voltimum

Guida alla progettazione:
Esempio di progetto degli impianti elettrici in un luogo di culto (seconda parte)

di *Gianfranco Ceresini – Andrea Gandolfi*

Pubblicato il:
25/03/2008
Aggiornato al:
04/03/2008

3 Progettazione ed installazione degli impianti elettrici in un luogo di culto

Classificazione dei luoghi di culto e necessità della progettazione dell'impianto elettrico

La problematica della classificazione dei luoghi di culto ai fini della realizzazione dell'impianto elettrico e delle relative normative applicabili non è di semplice risoluzione perché sulla materia si sovrappongono differenti disposizioni.
Spesso le chiese sono classificate come edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica sottoposti a tutela ai sensi della legge 1089/39. In questo caso sono soggetti al rispetto della norma CEI 64-15. In pratica il campo di applicazione della norma CEI 64-15 si estende a quegli edifici, o a parti di essi, che risultano soggetti alle diverse Soprintendenze ai beni culturali del territorio.
Se la chiesa è classificata come edificio pregevole per arte o storia ricade nell'attività n. 90 del DM 16/02/82, ed in pratica diventa ambiente a maggior rischio in caso di incendio, soggetto quindi anche alla sezione 751 della norma CEI 64-8.
Gli edifici destinati al culto, in base alla circolare M.I. 42/86, non sono invece considerati come locali di pubblico spettacolo ed intrattenimento e pertanto non sono compresi nell'attività n. 83 del DM 16/2/82 e non sono soggetti al CPI. Tuttavia rimangono soggetti al CPI tutti gli altri eventuali luoghi a rischio specifico, generalmente annessi ai luoghi di culto, considerati dal D.P.R. 689/59 e dal D.M. 16/02/82.
La circolare del Ministero dell'Interno n. 14 del 28/05/85, che affronta l'argomento specifico, afferma: "…. le comunità religiose rientrano negli obblighi dell'attuale normativa di prevenzione incendi in tutti quei casi in cui, da parte e nell'ambito della comunità, siano esercite attività specifiche che, come tali, rientrano fra quelle contemplate nell'elenco allegato al predetto decreto 16 febbraio 1982. A titolo esemplificativo l'obbligo di osservanza delle norme di prevenzione incendi sussiste ove, nell'ambito della comunità religiosa, siano operanti scuole con più di 100 persone presenti, posti letto in numero maggiore di 25 utilizzati come albergo, pensione, dormitorio e simili ovvero come ospedale, casa di cura e simili, locali di spettacolo o trattenimento con capienza superiore a 100 posti, depositi di merci pericolose nonché impianti tecnologici e servizi (centrali termiche o di condizionamento, autorimesse ecc.) aventi caratteristiche tali da rientrare tra le attività pure soggette al controllo di prevenzione

incendi.". In sintesi possiamo affermare quindi che in caso di presenza di un locale (annesso alla chiesa quale ad esempio un cinema parrocchiale o una sala convegni) soggetto al CPI, gli edifici dedicati al culto diventano luoghi a maggior rischio in caso di incendio e quindi sottoposti alla norma CEI 64-8/751;

In definitiva un luogo di culto potrebbe essere sottoposto alla sovrapposizione di tre normative differenti: CEI 64-15 perché edificio pregevole per arte o storia, CEI 64-8/751 perché a maggior rischio in caso di incendio (come attività n. 90 del DM 16/2/82) e CEI 64-8/752 perché luogo di pubblico spettacolo o di intrattenimento (solo però per gli eventuali locali adiacenti come cinema e oratori).

Il progetto dell'impianto elettrico è quindi necessario se è verificata almeno una delle seguenti tra condizioni: il locale ha una superficie superiore ai 200 m^2 (400 m^2 se si tratta di conventi o monasteri in quanto l'art. 1 del DPR 447/91 inserisce questi tipi di locali fra gli edifici ad uso civile) oppure il locale è alimentato attraverso una cabina MT/BT, oppure ancora il locale od una sua parte (che deve avere una potenza impegnata superiore o uguale a 1,5 kW) viene classificato a maggior rischio in caso di incendio.

Protezione contatti diretti e indiretti

Per la protezione contro i contatti diretti e indiretti, oltre alle solite prescrizioni dettate dalla norma CEI 64-8, occorre osservare che, se la chiesa è di carattere monumentale e presenta degli apparecchi di illuminazione antichi che non possono essere sostituiti, la norma CEI 64-15, ammette che questi possano non essere collegati al conduttore di protezione a patto che siano rispettate tutte le seguenti condizioni:

- I circuiti di alimentazione devono essere protetti con dispositivi differenziali con Idn ≤ 30 mA;
- Il personale addetto a pulizia e manutenzione, effettui queste operazioni a circuito sezionato;
- I componenti elettrici devono essere distanziati dal pubblico, cioè devono essere ad una altezza superiore a 2,25 m, e ad una distanza superiore agli 0,6 m in orizzontale.

Cavi

Le condutture possono essere realizzate con cavi in canali, canalizzazioni e tubazioni aventi caratteristiche di non propagazione della fiamma. Le condutture, con protezione adeguata, possono essere fatte passare anche in canne fumarie inattive o in cunicoli. E' ammesso anche riutilizzare vecchie tubazioni già esistenti (es. tubi Bergman) a patto che esistano tutte le seguenti condizioni:

- Ci sono vincoli artistici che impediscono la posa di nuove condutture;

- Le tubazioni sono incassate in strutture non combustibili, oppure se sono a vista sono di tipo metallico e con grado di protezione almeno IP4X;
- Le tubazioni devono essere in condizioni tali da non procurare abrasioni o tagli all'isolante dei cavi durante la loro posa.

Problemi legati alla difficile compatibilità tra l'architettura del luogo e i cavidotti tradizionali sono superabili mediante l'adozione di cavi posati in vista, del tipo ad isolamento minerale con guaina in rame.

E' anche ammesso incassare direttamente nella muratura o nell'intonaco i cavi, adatti allo scopo, ad una profondità di almeno 5 mm, anche se l'altezza è inferiore ai 2,25 m dal pavimento e non c'è protezione meccanica addizionale.

Anche per quanto riguarda i cavi è possibile riutilizzare cavi esistenti, a patto che esistano tutte le seguenti condizioni:

- Ci sono vincoli artistici che impediscono la posa di nuove condutture;
- Ci sia una protezione da sovraccarico all'inizio della conduttura, tale che sia dimensionata per $I_f \leq I_z$;
- Sia verificata la continuità elettrica dei cavi;
- Siano verificate le proprietà dielettriche dei cavi, tra i conduttori attivi e tra i conduttori attivi e il conduttore di protezione;
- Le condutture devono essere incassate in strutture non combustibili;
- Sia possibile determinare la portata Iz (la si può valutare pari alla metà di quella indicata dalle normative per un cavo nuovo dalle stesse caratteristiche);

E' possibile utilizzare cavi nuovi anche di sezione inferiore a 1,5 mm^2 (ma comunque superiori a 0,5 mm^2) a patto che esistano tutte le seguenti condizioni:

- Ci sono vincoli artistici che limitano gli spazi per le condutture;
- Ci sia una protezione da sovraccarico all'inizio della conduttura, tale che sia dimensionata per $I_f \leq I_z$;
- Se esiste la possibilità che i cavi si danneggino durante la posa e l'infilaggio, occorre, a cavi posati, effettuare due verifiche: controllare la loro continuità elettrica e la loro resistenza di isolamento utilizzando una tensione di prova doppia di quella prevista dalla norma CEI 64-8.

Quando non siano possibili esecuzioni sotto traccia, si rende necessario l'uso di cavi elettrici multipolari, preferibilmente schermati o installati entro cavidotti metallici, correttamente protetti contro sovracorrenti e cortocircuiti, del tipo non propagante incendio (FG7) o anche a bassa emissione di gas tossici o corrosivi (FG7OM1). A questo proposito è importante sottolineare che l'utilizzo di questi cavi, denominati LS0H, a seguito di una variante alla norma CEI 64-8, introdotta a partire dal 1 aprile 2006, assumono una dimensione particolarmente importante nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio per l'elevata densità di affollamento (luoghi di tipo A) quali sono praticamente sempre i luoghi di culto.

Questa nuova disposizione della norma CEI 64-8 (art. 751.04.3) impone al progettista la valutazione del rischio nei riguardi dei fumi, gas tossici e corrosivi in relazione al possibile danno che essi potrebbero provocare nei confronti sia di persone che di cose: lo stesso articolo normativo considera adatti a questo tipo di protezione i cavi LS0H.

Ma cosa fanno e come si comportano i cavi LS0H ? la caratteristica di maggior rilievo è l'assenza di fumi opachi. Per quanto riguarda i gas emessi durante la combustione, i componenti di questi cavi sono costituiti da materiali organici tali ridurre al minimo il quantitativo di ossido di carbonio (dannoso per l'uomo) emesso, evitando inoltre nel modo più assoluto l'impiego di componenti contenenti alogeni. La totale assenza di sostanze corrosive nei fumi di combustione impedisce che, per tale causa, vengano procurati danni a cose: a questo proposito vale la pena di ricordare che i maggiori danni, durante gli incendi parziali, non sono causati dal calore, bensì dalla corrosività dei fumi che, spargendosi anche nei locali non interessati dal fuoco, vengono in contatto con le cose in essi contenute.

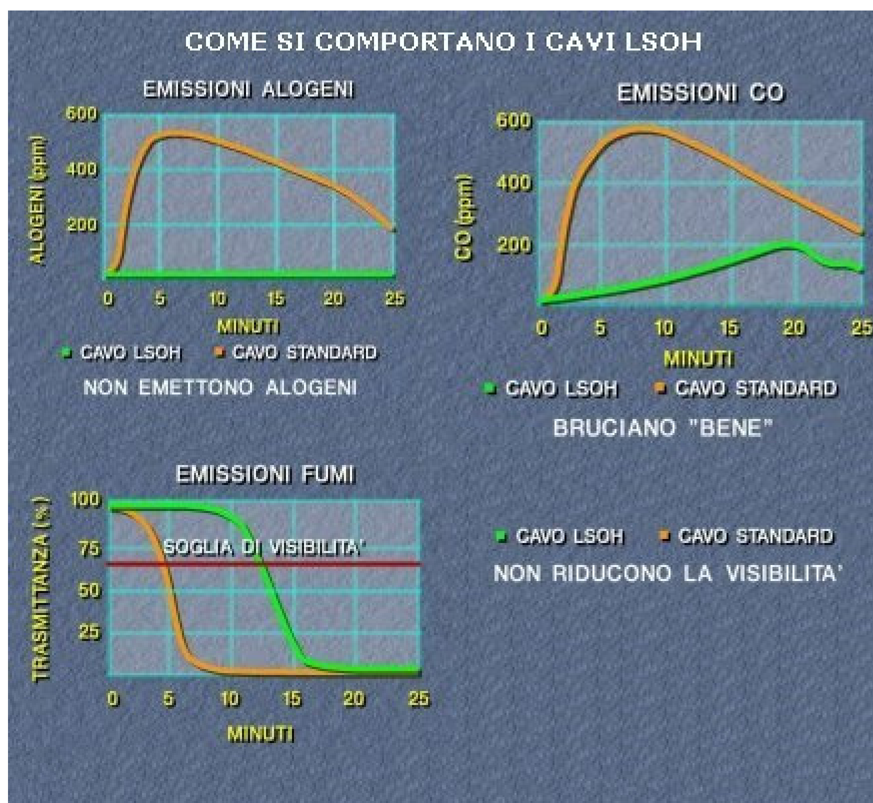


Figura 4 – Comportamento dei cavi LS0H rispetto ai cavi standard (Prysmian)

I cavi LSOH utilizzati in bassa tensione hanno come riferimento le Norme CEI 20-13, 20-37, 20-38 e 20-45 e devono rispondere, per quanto riguarda la non propagazione dell'incendio, alle norme di prova CEI EN 50266 (CEI 20-22). Esempi di cavi LSOH presenti sul mercato italiano sono riportati nella tabella seguente.

Sigla	Norma di prodotto	Resistenza al fuoco	Non propagazione dell'incendio
FG7(0)M1 0,6/1 kV	CEI 20-13	NO	CEI 20-22/3
FG10(0)M1 0,6/1 kV	CEI 20- 38	NO NO	CEI 20-22/3
N07G9-K	CEI 20- 38	NO	CEI 20-22/2
FM9OZ1	IMQ-CPT-049	NO	CEI 20-22/3
FM9 450/750 V	Provato IMQ	NO	CEI 20-22/3
FTG10(0)M1 0,6/1 kV	CEI 20-45	SI	CEI 20-22/3

Tabella 1 – Esempi di cavi LSOH e relative norme di riferimento

FM9 — IMQ — Afumex750 — CARATTERISTICHE DEL CAVO: temperatura funzionamento 70°C; temperatura cortocircuito 160°C; CEI 20-35; CEI 20-22 III Cat. C; CEI 20-37, CEI 20-38; Senza piombo; Flessibile — CONDIZIONI DI POSA: temperatura minima di posa -5°C; in tubo o canalina in aria; quadri elettrici; cablaggio		AFUMEX™ — FM9
IMPIEGO	DESCRIZIONE DEL CAVO	
Idonei in ambienti ove sia fondamentale garantire la massima sicurezza alle persone quali: uffici, scuole, alberghi, supermercati, cinema, teatri,discoteche, metropolitane, edilizia residenziale, ecc. Indicati inoltre per l'installazione fissa entro tubazioni e canali portacavi.	ANIMA - Conduttore corda flessibile di rame rosso. ISOLANTE - Mescola termoplastica tipo AFUMEX	

Tabella 2 – Cavo LS0H FM9 tipo Afumex (Prysmian)

Abbiamo detto che viene lasciata alla responsabilità del progettista la decisione riguardo all'installazione di cavi LS0H, dopo aver effettuato una attenta analisi e valutazione dei rischi presenti nell'ambiente. Poiché la decisione non è di facile compimento, cerchiamo di dare un ausilio deterministico alla scelta mostrando un algoritmo di ausilio decisionale sviluppato da Prysmian Cavi. Non si tratta di un metodo risolutivo della problematica di scelta, ma comunque di un valido supporto che deve essere integrato con la discrezionalità e la professionalità del progettista.

Modello decisionale per la scelta dei cavi LS0H

L'espressione proposta è basata sui risultati di prove eseguite su campioni di cavo estruso con sigla di designazione N1VV-K e prende in considerazione solamente le emissioni di sostanze nocive (asfissianti o irritanti) e non quelle di fumi opachi.

$$k_I k_P k_V k_F (k_n n_0)^2 \frac{L_0 N_{P0}}{0.54 N_U V_A^2} > 1$$

Si suddivide l'area oggetto dello studio in più zone se l'installazione o la determinazione dei parametri richiesti risultano essere particolarmente complessi ricorrendo ai criteri del caso (morfologia dell'ambiente, destinazione d'uso, etc.).
Si stende il progetto dell'impianto della zona studiata considerando l'impiego di cavi N1VV-K.
Si introducono nell'espressione i valori numerici (il cui significato è spiegato sotto): se il valore risulta maggiore di uno, occorre adottare cavi a bassa emissione di sostanze nocive (LS0H).

Coefficiente di percorso k_I

Tiene conto della morfologia del sistema di vie d'uscita. In caso di attività soggetta a prevenzione incendi la morfologia deve rispettare parametri normati; in caso di attività non soggetta i percorsi di esodo possono essere di lunghezza considerevole ed anche molto difficoltosi. Valori:

- 1 = percorsi normati, rettilinei, senza dislivelli (sistemi di vie d'uscita aventi caratteristiche in accordo con la prevenzione incendi, in piano, senza particolari tortuosità)
- 1,2 = percorsi normati più complessi e/o con dislivelli (sistemi di vie d'uscita aventi dimensioni in accordo con la prevenzione incendi, in salita o in discesa, con scale, percorsi con anda-mento non prevalentemente rettilineo)
- 1,5 = percorsi non normati (sistemi di vie d'uscita non aventi caratteristiche in accordo con la prevenzione incendi: larghezza inferiore a 1,2 m, scale con gradini aventi alzata e pedata differenti da 18 x 30 cm, scale con rampe non rettilinee, scale con meno di tre gradini o più di quindici, porte che si aprono in senso contrario a quello di deflusso, presenza di elementi sporgenti lungo il percorso, etc.)

Coefficiente persone k_P

Tiene conto della conoscenza dei luoghi da parte degli occupanti. La valutazione deve essere condotta con attenzione, di caso in caso, considerando che in molti luoghi pubblici vi sono gli occupanti abituali, a conoscenza dei luoghi e istruiti all'evacuazione dell'edificio, e quelli occasionali, non informati sul sistema di vie d'uscita e tendenti comunque ad impegnare, in caso di emergenza, lo stesso percorso fatto per entrare; in tal caso la loro presenza, anche se numericamente inferiore, può divenire preponderante poiché rallenta l'esodo generale. Valori:

- 1 = persone a perfetta conoscenza dei luoghi, occupanti abituali (situazioni semplici con pochi addetti presenti, piano di evacuazione dell'edificio esistente e personale addestrato all'attuazione del piano con esercitazioni pratiche)
- 1,5 = presenza di frequentatori occasionali (persone non a conoscenza del sistema di vie d'uscita se non per la segnaletica presente, personale di ditte esterne che compie lavori "una tantum" all'interno della zona considerata, visitatori in genere)

Coefficiente di velocità k_V

Tiene conto delle capacità motorie degli occupanti e dei tempi di reazione all'allarme. Le persone presenti possono avere capacità motorie ordinarie o ridotte, sia relativamente alle proprie possibilità fisiche, sia relativamente alla particolare condizione in cui si trovano. I tempi di reazione all'allarme sono influenzati da una molteplice serie di fattori: presenza di sistemi di rivelazione, tempestività nel comunicare l'emergenza (dispositivi automatici o meno), capacità del sistema di comunicazione di raggiungere tutti gli occupanti; sui tempi di reazione all'allarme influisce anche la valutazione delle condizioni di attenzione dei presenti: veglia, riposo, sonno, etc. Valori:

- 1 = persone con normale capacità motoria e in condizioni di normale attenzione (occupate in attività lavorative, ricreative o similari)
- 2 = persone con normale capacità motoria, ma in condizioni di attenzione ridotta o momentaneamente assente (ospiti di alberghi, case di riposo, ostelli e simili durante la notte)
- 5 = persone con ridotta capacità motoria (degenti con possibilità di movimento limitata, anziani mediamente in buona salute, pazienti o persone disabili che possono abbandonare i luoghi soltanto con l'aiuto di altre persone, addetti a lavorazioni particolari che limitano la mobilità, situazioni che in generale non consentono l'impegno immediato delle vie di fuga)
- (infinito) = persone impossibilitate al movimento (degenti in reparti postoperatori o in reparti di ortopedia, persone completamente disabili).

Coefficiente coadiuvante k_F

Tiene conto della presenza di sistemi di sicurezza attiva antincendio che possono migliorare la situazione; ai fini delle dinamiche in esame la loro azione deve essere considerata solamente nel caso in cui l'efficacia sia valida nei primi minuti; alcuni utili riferimenti si trovano nella norma UNI 9494. I sistemi termosensibili intervengono in genere per una temperatura di 68°C: è importante stabilire, se possibile, in quanto tempo si raggiunge tale temperatura nell'intorno del dispositivo. Gli evacuatori devono essere comandati anche da dispositivi di apertura a distanza, che possono essere manuali o automatici; questi ultimi sono connessi a rivelatori di fumo. Si definisce "tempo d'allarme" il periodo intercorrente fra l'inizio dell'incendio e l'allarme: se non sono presenti rivelatori di fumo tale tempo è convenzionalmente fissato in cinque minuti, mentre vale zero in presenza di rivelatori. Poiché la salvezza dei presenti dipende da quanto accade nei primi minuti, nel caso che gli evacuatori siano comandati manualmente e siano posti molto in alto rispetto al punto di sviluppo dell'incendio, la loro azione non deve essere considerata. Se esistono impianti di spegnimento automatico a pioggia o ad acqua nebulizzata anche essi possono essere presi in considerazione come elemento coadiuvante, ma il loro effetto non può essere sommato alla presenza di evacuatori, poiché questi ultimi debbono entrare in azione soltanto dopo quelli di spegnimento. Valori:

- 1 = nessun impianto di sicurezza attiva antincendio (impianti a pioggia, evacuatori fumi)
- 0,8 = presenza di un impianto di sicurezza attiva antincendio che sia efficace nei primi cinque minuti
- 0,5 = presenza di due o più impianti di sicurezza attiva antincendio, indipendenti fra loro, che siano efficaci nei primi cinque minuti (evacuatori e impianti di spegnimento non sono considerati indipendenti).

Coefficiente di posa k_{π}

Tiene conto del tipo di posa dei cavi e della loro collocazione. I cavi posati in comparti o cavedi aventi caratteristiche REI predeterminate, così come quelli alloggiati direttamente sotto intonaco o in tubazione incassata, non hanno influenza sulla dinamica considerata, poiché essa si evolve nei primi minuti, periodo durante il quale le condutture così alloggiate non vengono attaccate dal fuoco. Vani tecnici delimitati da controsoffitti o pavimenti flottanti non aventi particolari caratteristiche REI sono assimilati ad un canale chiuso. Elementi peggiorativi della situazione sono sistemi di canalizzazione aperti e la posa in verticale. In casi di situazioni miste si prenderà in considerazione la situazione prevalente.

Valori:

- 0 = posa direttamente sotto intonaco, in tubazione incassata sotto intonaco, in cavedio resistente al fuoco
- 1 = posa in canale chiuso, oppure semplicemente appoggiati in controsoffitto chiuso o in pavimento flottante
- 1,1 = posa in canale chiuso con andamento verticale
- 1,2 = posa in canale aperto, in passerella, su mensola, direttamente a parete
- 1,3 = posa in passerella o direttamente a parete, con andamento verticale.

Carico di cavi n_0

Occorre rapportare il tipo di cavi (sezione e formazione) realmente presenti nel volume considerato a quelli provati. Per fare ciò è necessario compilare una lista di tutti i cavi ed assegnare a ciascuno di essi il coefficiente f (coefficiente di formazione) che risulta dalla Tabella 3 (valida per cavi di tipo N1VV-K).

Situazione base: m cavi presenti, di formazione qualsiasi, tutti con lo stesso tipo di posa. Si attribuisce a ciascun cavo il valore f corrispondente a sezione e formazione e si sommano tutti gli m valori trovati.

Situazione complessa: m cavi presenti, di formazione qualsiasi, con q tipi di posa differenti. Si raggruppano i cavi per tipi di posa, eseguendo il calcolo di n_0 per ciascun gruppo, come visto per la situazione base. Ciascun n_0 deve essere poi moltiplicato per il rispettivo coefficiente di posa K_n. Si sommano poi i fattori così ottenuti.

Numero anime	Sezione nominale	f
1	1,5	0,4
1	2,5	0,4
1	4	0,5
1	6	0,5
1	10	0,6
1	16	0,7
1	25	0,9
1	35	1
1	50	1,2
1	70	1,4
1	95	1,8
1	120	2

1	150	2,4
1	185	2,9
1	240	3,6
2	1,5	0,8
2	2,5	0,9
2	4	1,1
2	6	1,2
2	10	1,4
2	16	1,6
2	25	2
2	35	2,3
2	50	2,8
2	70	3,3
3	1,5	0,9
3	2,5	1
3	4	1,2
3	6	1,4
3	10	1,6
3	16	1,9
3	25	2,4
3	35	2,7
3	50	3,4
3	70	4,2
3	95	5,2
4	1,5	1
4	2,5	1,1
4	4	1,5
4	6	1,6
4	10	1,9
4	16	2,2
4	25	2,9
4	35+1x25	2,9
4	50+1x25	3,6
4	70+1x35	4,3
4	95+1x50	5,5
5	1,5	1,2
5	2,5	1,3
5	4	1,7
5	6	1,9
5	10	2,2

5	16	2,5
5	25	3,4
7	1,5	1,3
7	2,5	1,5
10	1,5	1,7
10	2,5	1,9
12	1,5	1,9
12	2,5	2,2
16	1,5	2,2
16	2,5	2,6
19	1,5	2,5
19	2,5	2,9
24	1,5	3
24	2,5	3,5

Tabella 3 – Valori di f in funzione della formazione del cavo (N1VV-K)

Lunghezza via di esodo L_0

Viene calcolata dal punto più lontano o più sfavorito del volume considerato sino al "luogo sicuro". La disciplina di prevenzione incendi con tale dizione indica uno spazio scoperto o un compartimento separato da altri mediante spazio scoperto o filtro a prova di fumo. E' il caso di ricordare che una semplice scala protetta non può essere considerata luogo sicuro; nel caso che essa faccia parte del sistema di vie d'uscita deve essere considerata come facente parte della lunghezza da calcolare. Da notare che nel caso in esame la lunghezza viene calcolata considerando il percorso reale, come già detto, dal punto più lontano: ove siano presenti vani quali camere d'albergo, camerini di teatro, uffici, aule, etc., si considera l'inizio del percorso dall'interno del vano. Si ricordi che le scale di sicurezza esterne sono considerate luogo sicuro.

Massimo affollamento previsto N_{P0}

Comprende pubblico, personale di servizio e qualsiasi altra persona presente a qualsiasi titolo. Per calcolarlo occorre documentarsi sull'effettiva attività svolta e valutare il caso peggiore; possono essere scartate situazioni eccezionali, con bassissima frequenza di accadimento, in rapporto all'attività svolta.

Nel caso di un albergo, ad esempio, la massima capienza è data da tutte le camere completamente occupate nello stesso momento, perché la situazione non può essere ritenuta eccezionale; lo stesso si può dire di una struttura sanitaria. Nel caso di una chiesa si deve considerare la situazione di una funzione religiosa con le persone che occupano anche posti in piedi (caso frequente in occasione di ricorrenze religiose importanti o di funerali).

Numero di moduli del sistema di vie di uscita N_U

E' il numero di moduli standard da 60 cm secondo la disciplina vigente di prevenzione incendi, considerati come unità discrete arrotondate all'elemento inferiore. Ad esempio, un varco di 150 cm conta per due moduli (120 cm). Deve essere valutato per la via di esodo considerata, di lunghezza L_0.

Volume dell'ambiente V_A

E' il volume dell'ambiente considerato, in metri cubi; se l'attività è soggetta a prevenzione incendi in genere deve essere esaminato tutto il compartimento. In genere, comunque, deve essere considerato il volume che ragionevolmente può essere invaso dal fumo.

Quadri

Preferibilmente il quadro generale va dislocato in un locale ad esso dedicato e accessibile solo al personale di gestione. In ogni caso è comunque consentito porre i quadri (che non possono essere messi a contatto con oggetti o opere sotto tutela) in ambienti a cui ha accesso il pubblico a condizione che:

- Siano muniti di portello con chiusura a chiave o con un attrezzo;
- Abbiano un grado di protezione almeno pari a IP2XC;
- Il quadro generale sia distanziato dal pubblico;

La corretta scelta e dislocazione dei quadri elettrici rappresenta un punto strategico dell'intera filosofia della sicurezza, tenuto conto che gran parte dei focolai d'incendio manifestatisi in edifici pregevoli per arte e storia sono originati proprio all'interno dei quadri elettrici.

Prese a spina

Anche sulle prese a spina, la norma CEI 64-15 prevede alcune prescrizioni particolari che debbono essere applicate alle chiese storiche. Nei luoghi ai quali può accedere il pubblico, le prese a spina fisse a portata di mano devono avere protezione singola contro le sovracorrenti. Ricordiamo che i dispositivi di protezione dei circuiti prese a spina devono avere una corrente nominale non superiore a quella delle prese protette. Ad esempio: In ≤ 10 A per prese aventi In = 10 A; In ≤16 A per prese aventi In = 16 A. In deroga a questa disposizione, se i vincoli artistici non lo permettono, è consentito proteggere più prese con lo stesso dispositivo.

Negli luoghi in cui invece non può accedere il pubblico possono essere raggruppate più prese sotto la stessa protezione, ma comunque in numero non superiore a 5. Possono essere installate prese a spina incassate a parete o su zoccoli, con altezza dal piano di almeno 40 mm a patto che:

- Esistano vincoli artistici tali che non possono essere seguite le disposizioni previste per le prese a spina nei locali di pubblico spettacolo;
- Le prese siano distanziate dal pubblico;

Un'altra deroga è relativa all'autorizzazione ad installare prese a spina in scatole affioranti dal pavimento, anche in locali accessibili al pubblico, a condizione che:

- Esistano vincoli artistici tali che non possono realizzarsi pavimenti sopraelevati;
- Non si utilizzino liquidi per pulire il pavimento nei pressi delle scatole;
- Il grado di protezione dei coperchi delle scatole sia:
    - IP4X sul contorno del coperchio e IP2X per l'entrata dei cavi, se le prese entrano orizzontalmente;
    - IP5X se le prese entrano verticalmente.

Tutti i circuiti di alimentazione delle prese a spina devono essere protetti con interruttori differenziali aventi Idn ≤ 300 mA.

Comando di emergenza

Negli edifici pregevoli per arte o storia e quelli destinati a contenere oggetti di interesse culturale sottoposti alla vigilanza dello Stato di cui al Regio decreto 7 novembre 1942, n. 1564 (e molte chiese rientrano in questa categoria), il comando di emergenza è previsto dal DM 8/3/85 (attività n. 90 del DM 16/2/82).

La necessità del comando di emergenza in questo tipo di locali viene ripresa anche dalla norma CEI 64-15, all'art. 5.1.1 dove viene affermato "deve essere previsto un comando di emergenza atto a porre fuori tensione l'intero impianto elettrico, con l'eccezione dei servizi di sicurezza, posto in ambiente

segnalato e facilmente raggiungibile dall'esterno in caso di emergenza". Data la particolarità del luogo, la norma consiglia alcune soluzioni per l'installazione differenti da quelle tradizionali. Ad esempio ammette la possibilità di utilizzare più comandi, ad esempio uno per gli impianti di sicurezza legati all'evacuazione delle persone ed uno per gli impianti di sicurezza legati alla tutela delle opere contenute nell'edificio. Questo a patto che i diversi comandi siano simultaneamente accessibili da un unico punto. Un'altra particolarità ammessa riguarda l'ubicazione del comando di emergenza, che, per ovvi motivi, viene richiesta in luoghi non accessibili al pubblico, o se ciò non fosse possibile, in luoghi comunque sorvegliati e non a portata di mano del pubblico. La solita custodia sotto vetro in un luogo accessibile e non sorvegliato, non viene ritenuta una soluzione accettabile.

Protezione dalle scariche atmosferiche

Occorre effettuare la valutazione del rischio in base alle norme CEI 81-10. Spesso l'edificio contenente la chiesa, soprattutto se questa è inserita in un contesto cittadino risulta autoprotetto. In caso contrario occorrerà installare captatori e calate nel modo più esteticamente accettabile. La presenza del campanile, adeguatamente protetto per proprio conto, può in altri casi assicurare la piena protezione dell'intero edificio, potendo questo rientrare nell'ambito del "cono convenzionale di protezione" determinato dal campanile stesso.

Riutilizzo dei componenti di comando e segnalazione già esistenti, anche se non più a norma

Per il comando di circuiti illuminazione, campanelli, e simili è possibile utilizzare, senza ulteriori verifiche, i componenti dell'impianto esistente (interruttori, pulsanti, cavi) anche se non più rispondenti alle normative vigenti, purché siano soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- presenza di vincoli artistici tali da non consentire né la sostituzione né il cambiamento di ubicazione dei componenti;
- i componenti devono essere utilizzati solo in sistemi a bassissima tensione di sicurezza (SELV) con tensioni ≤ 25 V c.a. e ≤ 60 V c.c. e solo come circuiti ausiliari;
- l'interfaccia tra i componenti e il circuito di potenza deve avere caratteristiche tali da garantire il mantenimento del sistema SELV sui componenti stessi;
- la corrente che circola nei componenti non deve superare, sia in funzionamento ordinario, sia in cortocircuito, il valore di 10 mA.

Illuminazione di sicurezza

La norma CEI 64-15 (che si applica agli edifici pubblici o privati, monumentali o meno, pregevoli per rilevanza storica o artistica sia dal punto di vista della struttura che del contenuto o di entrambe, destinati ad anche al culto: cattedrali, chiese, cappelle private, etc), all'art. 4.3 dice: "L'illuminazione di sicurezza è prescritta per tutti gli ambienti ai quali può accedere il pubblico e in quegli ambienti ove sono installati sistemi di video controllo a protezione delle opere di valore storico e/o artistico. A questo proposito l'illuminamento deve essere tale da permettere il rilevamento delle immagini. L'illuminazione di sicurezza è prescritta anche per gli ambienti non accessibili al pubblico se, a causa della conformazione o dell'utilizzo degli stessi, si possono determinare pericoli alle persone e/o alle opere oggetto di tutela". Ancora nella nota all'art. 4.5: "Le sorgenti di energia per l'illuminazione di sicurezza, sia di tipo centralizzato che di tipo autonomo, devono essere dimensionate in modo da garantire almeno 1 h di autonomia dopo una ricarica pari al tempo di intervallo di chiusura giornaliera del locale". All'art. 4.2: "è preferibile che l'alimentazione di sicurezza sia automatica: ad interruzione breve (<= 0,5 s) per impianti di ….. illuminazione". Poi ancora all'art. 4.6: "…l'illuminamento medio deve risultare, su un piano orizzontale ad 1 m di altezza dal piano calpestio, non inferiore a:

- 2 lx con un minimo di 1 lx in tutti gli ambienti nei quali abbia accesso il pubblico;
- 5 lx con un minimo di 2,5 lx nelle zone di deflusso in generale, (pedane, guide o corsie di passaggio, corridoi, scale);
- 5 lx in corrispondenza delle uscite e uscite di sicurezza.

L'illuminazione di sicurezza sufficiente ad effettuare riprese con la TV a circuito chiuso, deve essere di almeno 1 lx per oggetti chiari e di 5 lx per oggetti scuri.

Utilizzo di sistemi Bus

L'impiego di sistemi di building automation in tecnica Bus risulta particolarmente interessante nel caso di edifici pregevoli per importanza storica e artistica quali le chiese, nelle quali la duplice esigenza di salvaguardia del patrimonio e di sicurezza delle persone si scontra, a causa degli oggettivi vincoli artistici e architettonici presenti in questi edifici, con la difficoltà di adeguare gli impianti elettrici secondo la regola dell'arte limitando al minimo gli interventi edili. I sistemi Bus semplificano le operazioni di installazione, si adattano facilmente alle caratteristiche e alla conformazione dell'edificio permettendo di semplificare gli interventi sulla struttura. Oltre a questo, essendo compatibili con diverse tipologie di impianti come ad esempio illuminazione generale e di sicurezza, antifurto, antincendio, allarmi tecnici, permettono di razionalizzare al massimo la funzionalità dell'impianto.

L'utilizzo di questi sistemi consente quindi di risolvere problemi legati al gran numero di cavi elettrici da installare riducendo ad un unico doppino telefonico, eventualmente raddoppiabile per motivi di sicurezza, (distinto dall'impianto di distribuzione dell'energia elettrica) la posa degli impianti. Tramite un semplice quadro sinottico di supervisione o, nei casi più complessi, tramite un PLC o addirittura un PC viene gestito il tutto.

Considerata l'importanza che riveste questo tipo di soluzione per gli edifici storici, nel 2001 il CEI ha pubblicato una guida ad hoc, la CEI 83-11 "I sistemi BUS negli edifici pregevoli per rilevanza storica e artistica".

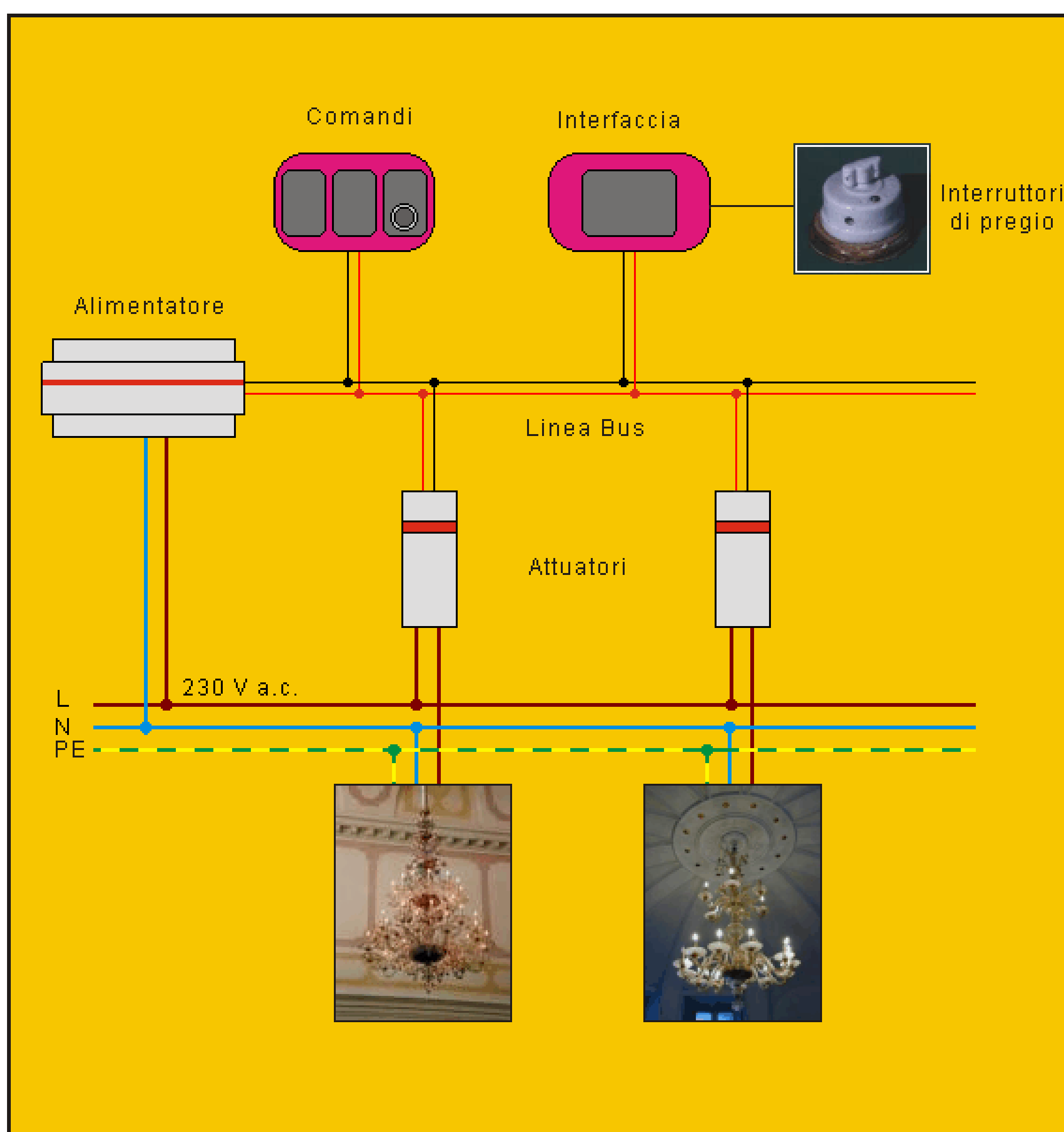


Figura 5 – Esempio di applicazione di un sistema Bus all'impianto elettrico di illuminazione di una chiesa

Verifiche

La norma CEI 64-15 prevede una serie di verifiche periodiche da effettuare da parte di una persona esperta, competente in lavori di verifica. Deve essere disponibile un registro nel quale annotare tutte le verifiche periodiche.

- una volta al mese:
  - controllo di funzionamento degli apparecchi per l'illuminazione di sicurezza, utilizzando sistemi di autodiagnosi o manuali;
  - prova di funzionalità degli interruttori differenziali ad alta sensibilità (Idn <= 30 mA) con tasto di prova;
- una volta ogni 6 mesi:
  - prova di funzionalità degli interruttori differenziali a bassa sensibilità (Idn > 30 mA) con tasto di prova;
  - controllo di efficienza delle sorgenti di energia di sicurezza, incluse le verifiche delle sorgenti autonome, fatti salvi tempi inferiori indicati dal costruttore per la loro manutenzione;
- una volta all'anno:
  - prova strumentale di funzionalità degli interruttori differenziali ad alta sensibilità (Idn <= 30 mA);
  - esame a vista generale con particolare attenzione alle condizioni dello stato di conservazione e di integrità degli isolamenti, delle giunzioni, dei componenti e degli apparecchi utilizzatori e dell'efficacia degli apparecchi di illuminazione di sicurezza, verificando che non siano stati coperti da modifiche di arredamento ;
  - esame a vista, ove possibile, delle connessioni e dei nodi principali facenti parte dell'impianto di terra compresi i conduttori di protezione ed equipotenziali principali;
  - verifica che le condizioni termiche originarie dei quadri elettrici non siano state modificate con l'aggiunta successiva di pannelli atti a nascondere o ricoprire il quadro stesso;
  - prova di continuità con campionamento non inferiore al 20% del conduttore di protezione;
- una volta ogni 3 anni:
  - prova di funzionalità degli interruttori differenziali a bassa sensibilità (Idn > 30 mA) con prova strumentale;
  - misura dei livelli di illuminamento;
  - misura della resistenza di terra per i sistemi TT;
  - verifica dello stato delle parti in stoffa o carta utilizzate negli apparecchi di illuminazione oggetto di tutela;
  - misura delle temperature sugli apparecchi di illuminazione oggetto di tutela;

- controllare che la resistenza di isolamento tra parti attive e parti attive e massa degli apparecchi di illuminazione oggetto di tutela, sia superiore a 1 MΩ (con tensione di prova a 1000 Vcc);
- verifica a vista dello stato di invecchiamento dei portalampada e dei cavi di alimentazione degli apparecchi di illuminazione oggetto di tutela

Lampade e apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione antichi che non possono essere sostituiti, si ammette che possano non essere collegati al conduttore di protezione, a patto che siano rispettate tutte le seguenti condizioni:

- I circuiti di alimentazione devono essere protetti con dispositivi differenziali con Idn ≤ 30 mA;
- Il personale addetto a pulizia e manutenzione, effettui queste operazioni a circuito sezionato;
- I componenti elettrici devono essere distanziati dal pubblico, cioè devono essere ad una altezza superiore a 2,25 m, e ad una distanza superiore agli 0,6 m in orizzontale.

Un’altra deroga consentita è la seguente: se si riutilizza un apparecchio di illuminazione soggetto a tutela non si può sapere se è in grado di resistere alla fiamma e all’accensione come deve essere previsto nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio. In questo caso si ritiene sufficiente misurare le temperature raggiunte in vari punti dell’apparecchio dopo un uso continuativo di 8 ore (ad esempio nel cablaggio del portalampada, con cavo di alimentazione in PVC non deve esserci una temperatura superiore ai 70 °C);
Se si utilizzano dei faretti, occorre fare attenzione a non installarli troppo vicino a materiali combustibili. Se non si riescono a rispettare tali distanze, come misura di sicurezza equivalente è consentito effettuare la misura delle temperature sugli oggetti illuminati;
Le lampade, qualsiasi sia la loro alimentazione, devono essere distanziate dalle persone. Se installate in zone accessibili al pubblico occorre proteggerle da urti o danneggiamenti;

Livelli di illuminamento

Poiché l’illuminazione riveste, nel locale chiesa, una particolare rilevanza che va al di là della semplice visione, approfondiamo l’argomento basandoci su un documento della iguzzini.

Illuminazione del presbiterio

L'illuminamento del presbiterio deve consentire al celebrante la lettura del messale ed in generale lo svolgimento delle proprie funzioni: a tale scopo occorrono almeno 300 lx sui piani orizzontali dell'altare, dell'ambone (il piano di lettura per i coadiutori del sacerdote) e delle zone in cui si somministra l'eucarestia, mentre sono sufficienti illuminamenti non inferiori a 150 lx nella restante area del presbiterio (figura 5). Occorre poi che il pubblico possa seguire la funzione con la dovuta attenzione e concentrazione attraverso illuminamenti dell'ordine dei 300-500 lx ai piani verticali rivolti verso il pubblico per tutte le posizioni in cui si vengono a trovare il celebrante e i suoi coadiutori (figura 6).

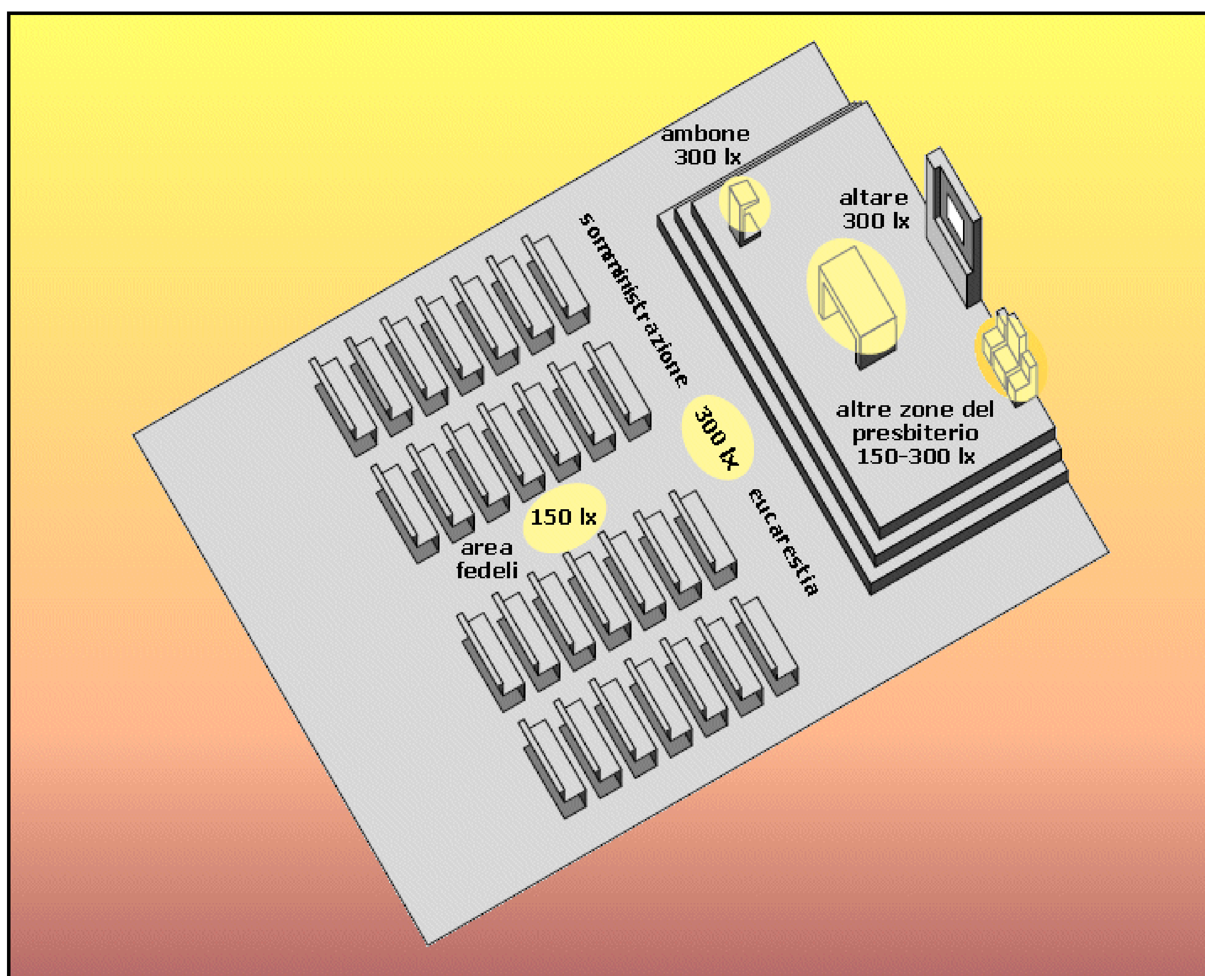


Figura 6 – Illuminamenti necessari sui piani orizzontali del presbiterio e dell'area destinata ai fedeli (iguzzini)

Illuminazione dell'area destinata ai fedeli

L'illuminazione della zona riservata ai fedeli deve consentire l'agevole partecipazione dell'assemblea alle celebrazioni, la lettura e la preghiera. In condizioni normali si può ritenere sufficiente un livello di illuminamento dell'ordine dei 150 lx (figure 6 e 7).

Illuminazione delle aree destinate al coro, al battistero ed alla custodia eucatistica

Per battistero e coro è ritenuto necessario un livello di almeno 300 lx sul piano orizzontale della fonte battesimale o del piano di lettura. Per la custodia eucaristica, si può prevedere un livello compreso fra 300 e 500 lx.

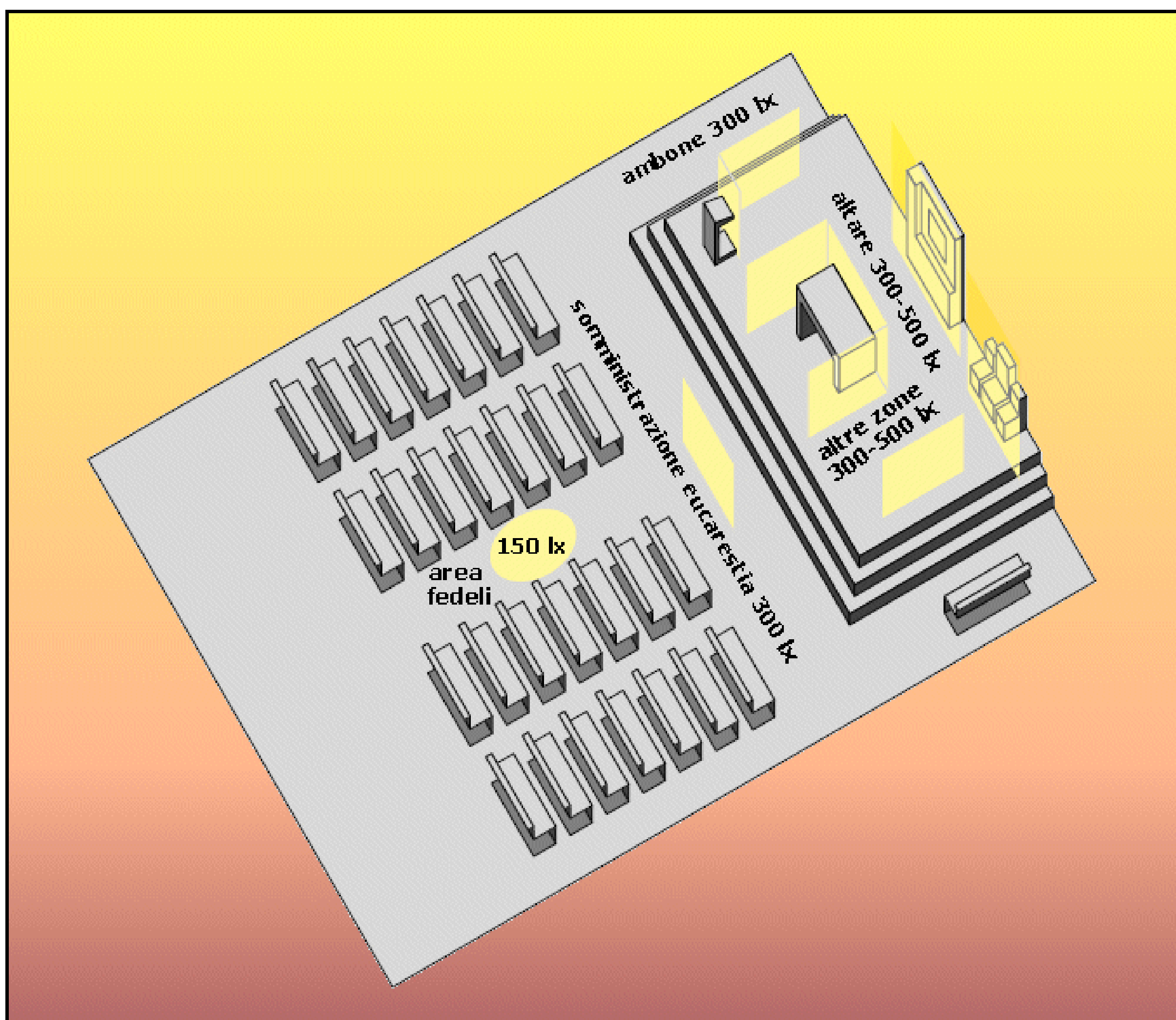


Figura 7 – Illuminamenti necessari sui piani verticali del presbiterio e dell'area destinata ai fedeli (iguzzini)

Illuminazione delle pareti interne della chiesa dove non sono presenti quadri o affreschi

L'illuminazione delle superfici che delimitano l'ambiente ecclesiale è funzionale a una doppia esigenza: primo, rendere confortevole l'ambiente durante le funzioni religiose, secondo, consentire l'apprezzamento dell'architettura e degli arredi della Chiesa (figura 8).

Il livello necessario per la prima esigenza sopra accennata può essere individuato entro una gamma che va da 20 a 80 lx, in relazione alla chiarezza delle superfici, allo scopo di assicurare una luminanza delle stesse dell'ordine di 5 cd/m^2. Per la seconda esigenza è raccomandabile un illuminamento di 150 lx.

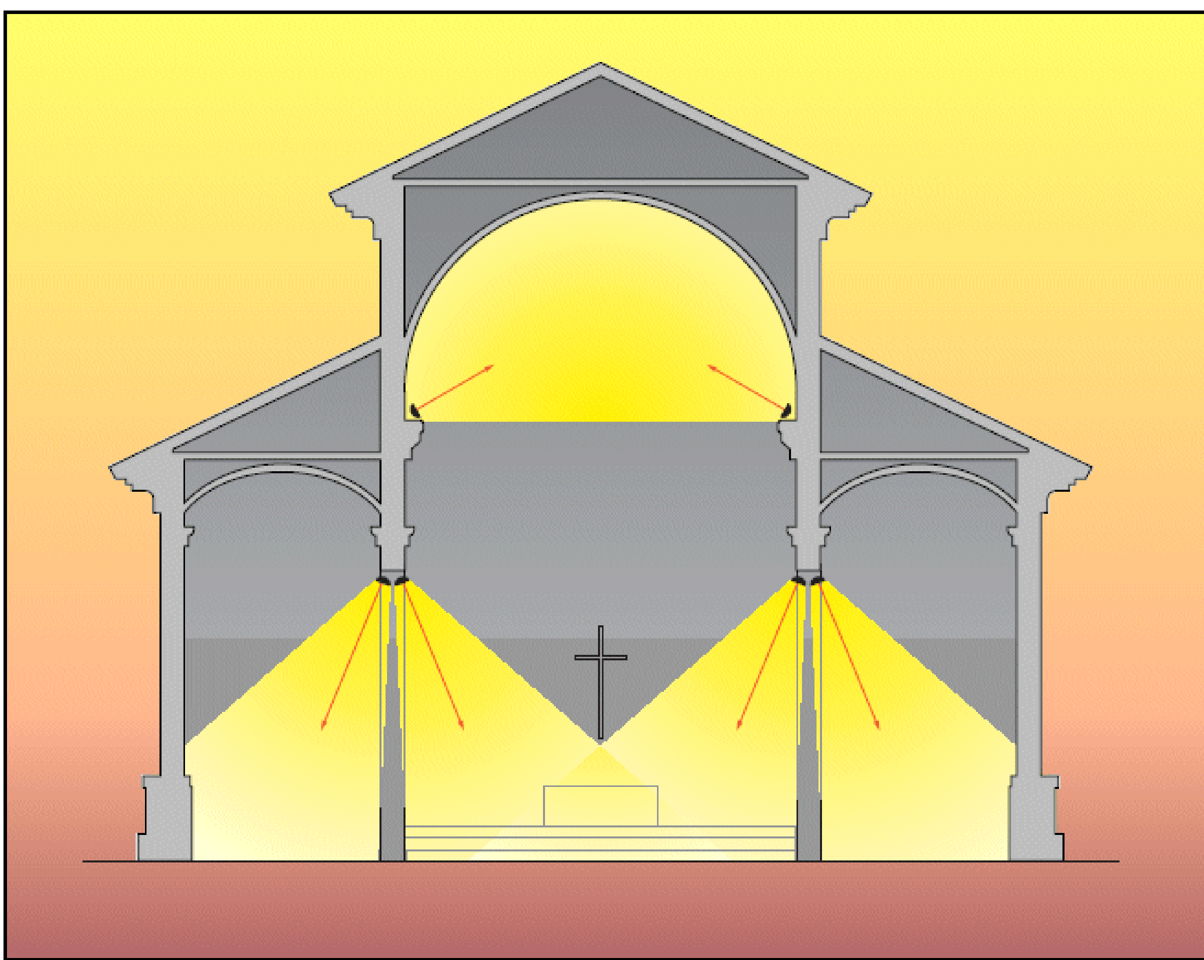


Figura 8 – Illuminamenti delle pareti della chiesa (iguzzini)

Illuminazione delle pareti interne della chiesa dove sono presenti quadri o affreschi

Si possono prevedere, come nel caso precedente, almeno due livelli di illuminamento: uno minimo, per le funzioni religiose usuali, e uno più elevato, per le funzioni solenni e per le visite al di fuori delle celebrazioni liturgiche.

I due livelli di illuminamento possono essere gli stessi di prima (20-80 lx e 150 lx). Per le tele e gli affreschi non collocati negli ambienti liturgici come ad esempio i quadri e gli affreschi delle cappelle e del coro, può essere prevista soltanto l'illuminazione del secondo livello, ossia 150 lx.

Installazione e dislocazione delle sorgenti luminose

Apparecchi a incasso

Le sorgenti luminose possono essere incassate nel soffitto (o controsoffitto) che sia a volta o piano. E' chiaro che una simile soluzione si addice a soffitti non affrescati o dotati di decorazioni, anche se hanno il vantaggio di consentire l'installazione delle condutture elettriche al di fuori della chiesa, lungo il sottotetto (figura 9)

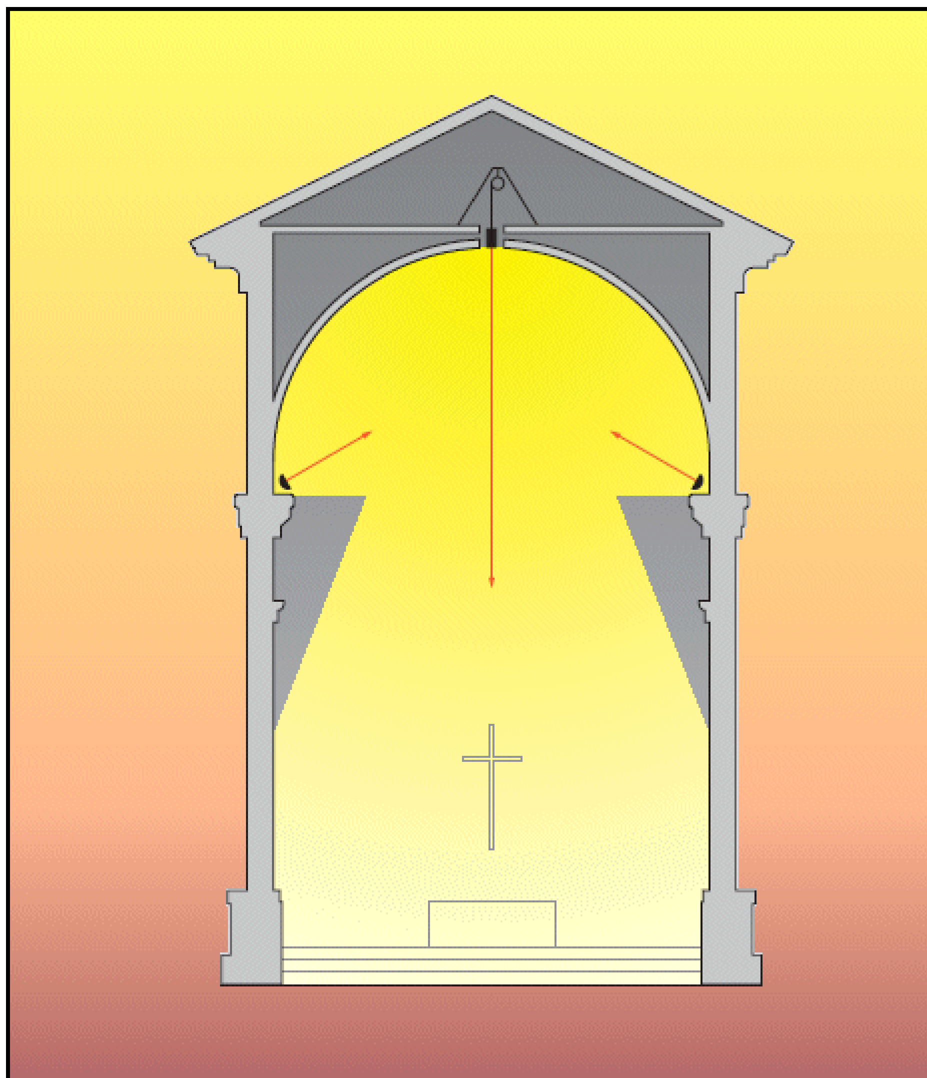


Figura 9 – Illuminamento con apparecchi a incasso (iguzzini)

Apparecchi a soffitto

La soluzione a soffitto (figura 10) è adatta ai casi in cui la presenza del gruppo di proiettori non risulti incompatibile con gli eventuali affreschi o decorazioni sulla volta. Con questa soluzione si ha una accessibilità alle lampade più problematica.

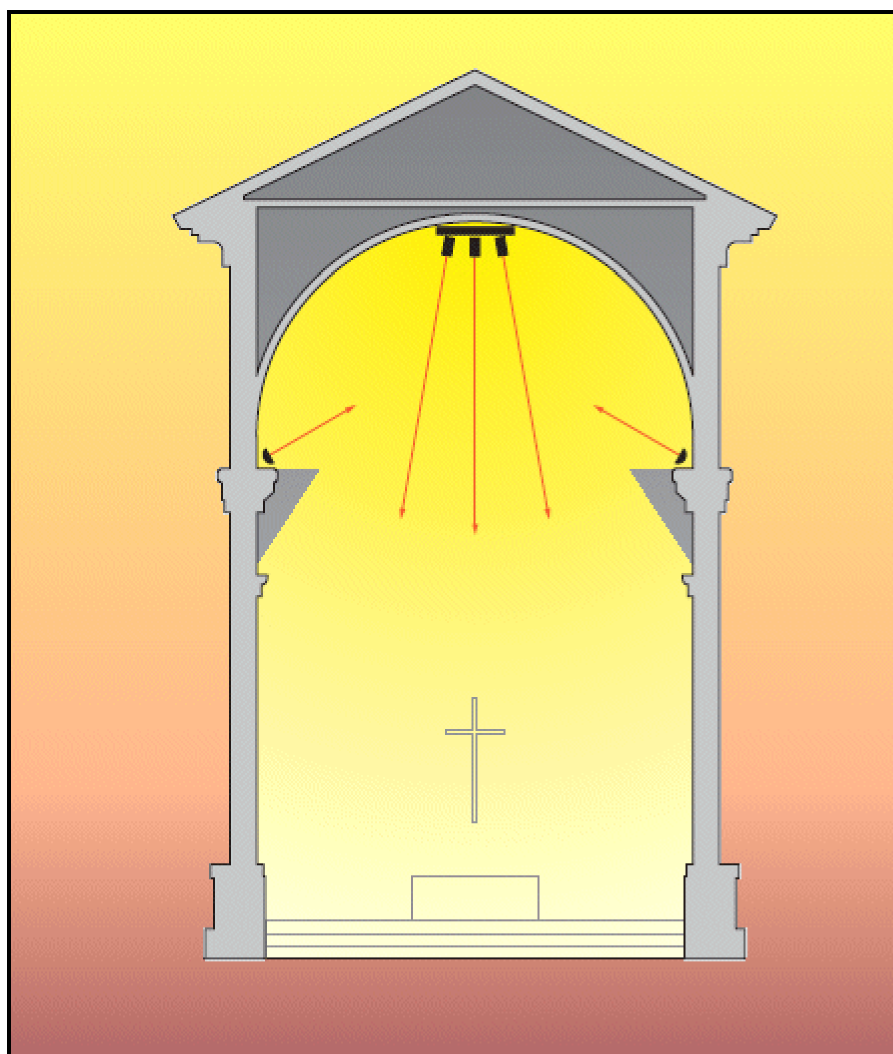


Figura 10 – Illuminamento con apparecchi a soffitto (iguzzini)

Apparecchi a parete

La soluzione con sorgenti luminose a parete (figura 11) massimizza l'effetto sull'ambiente chiesa e minimizza i problemi d'installazione a causa della loro ridotta altezza.

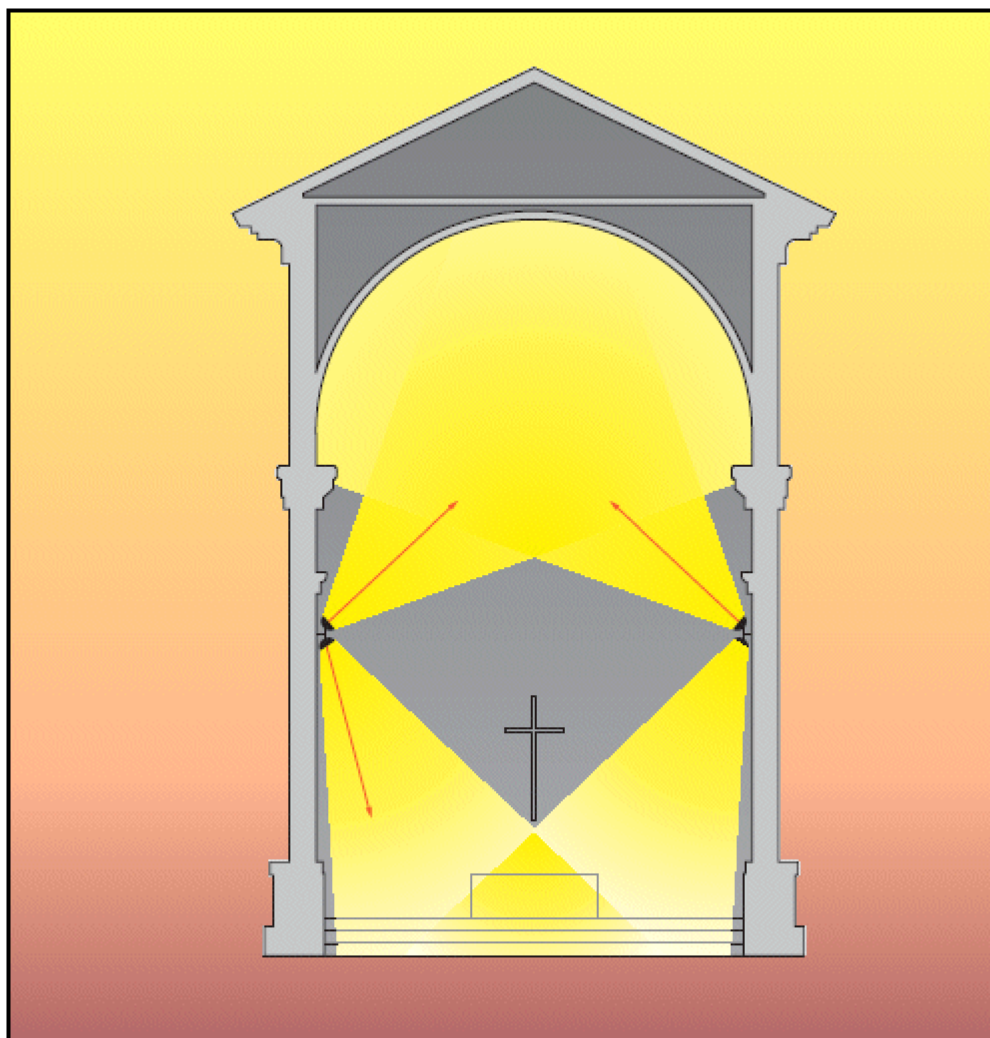


Figura 11 – Illuminamento con apparecchi a parete (iguzzini)

Apparecchi a sospensione

Gli apparecchi illuminanti a sospensione (figura 12) hanno il vantaggio di raccogliere in un'unica struttura sia le lampade che illuminano il piano di calpestio, sia quelle rivolte verso il soffitto,. In questo modo si evita l'installazione delle sorgenti luminose e delle relative linee di alimentazione sulle superfici interne della muratura, con evidente semplificazione dell'impianto.

La sospensione è adatta per chiese in cui le volte o i soffitti sono estesamente affrescati o decorati e non vi è la possibilità di collocare a parete le sorgenti luminose destinate ad illuminare il soffitto. Data l'altezza non rilevante dei lampadari, l'accesso alle lampade per sostituzione e manutenzione può essere previsto a mezzo di piattaforma ad elevazione motorizzata.

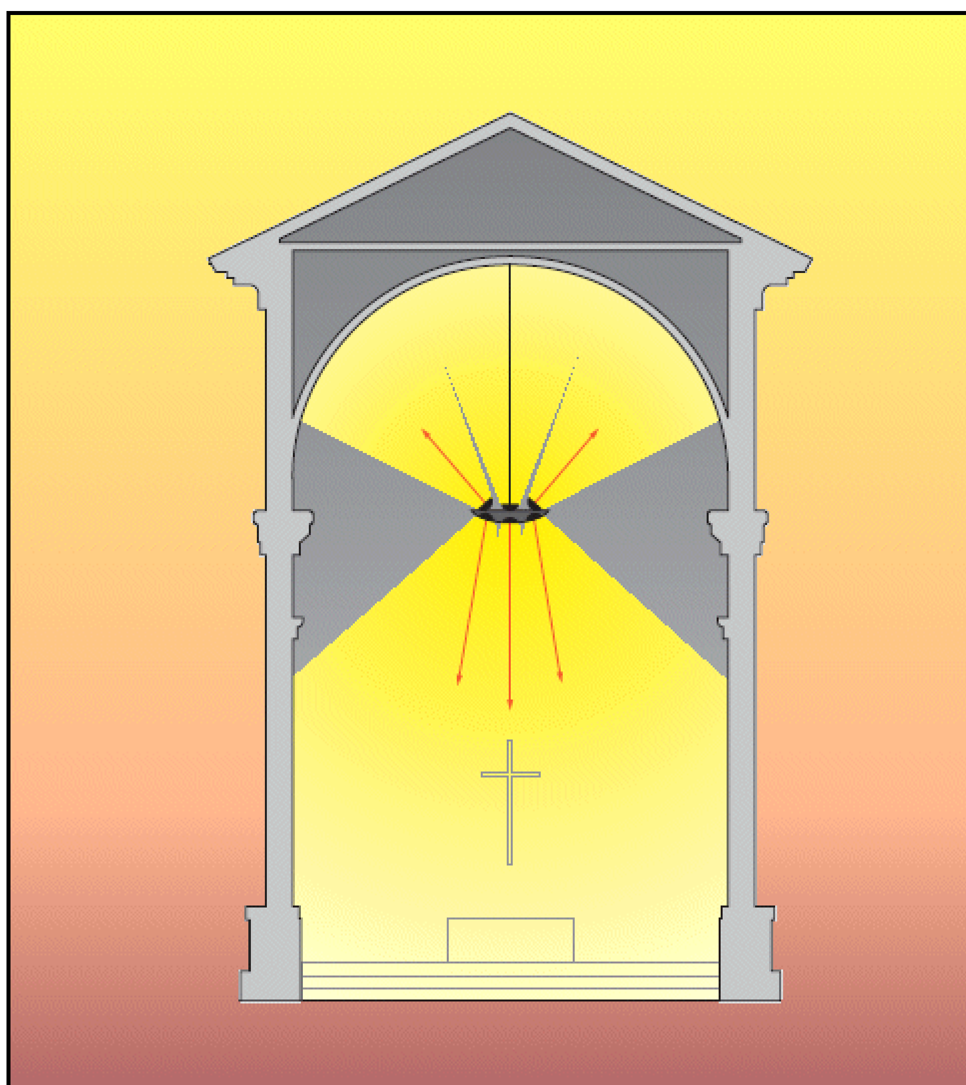


Figura 12 – Illuminamento con apparecchi a sospensione (iguzzini)

Apparecchi a scomparsa

E' anche possibile installare le sorgenti luminose che illuminano il piano di calpestio sull'intradosso degli archi o delle travi lungo i colonnati che dividono le navate, mentre le sorgenti che illuminano la volta sono collocati sul cornicione, in posizione non visibile dal basso (figura 13). Questa soluzione presuppone una compatibilità tra la decorazione sugli intradossi e gli apparecchi.

La filosofia installativa in questo caso è quella di occultare il più possibile gli apparecchi illuminanti, al riparo di modanature, sopra o sotto cornicioni, inseriti nei pertugi e così via. Se dovessero risultare visibili occorre che la loro presenza risulti il più possibile accettabile all'interno dell'ambiente storico.

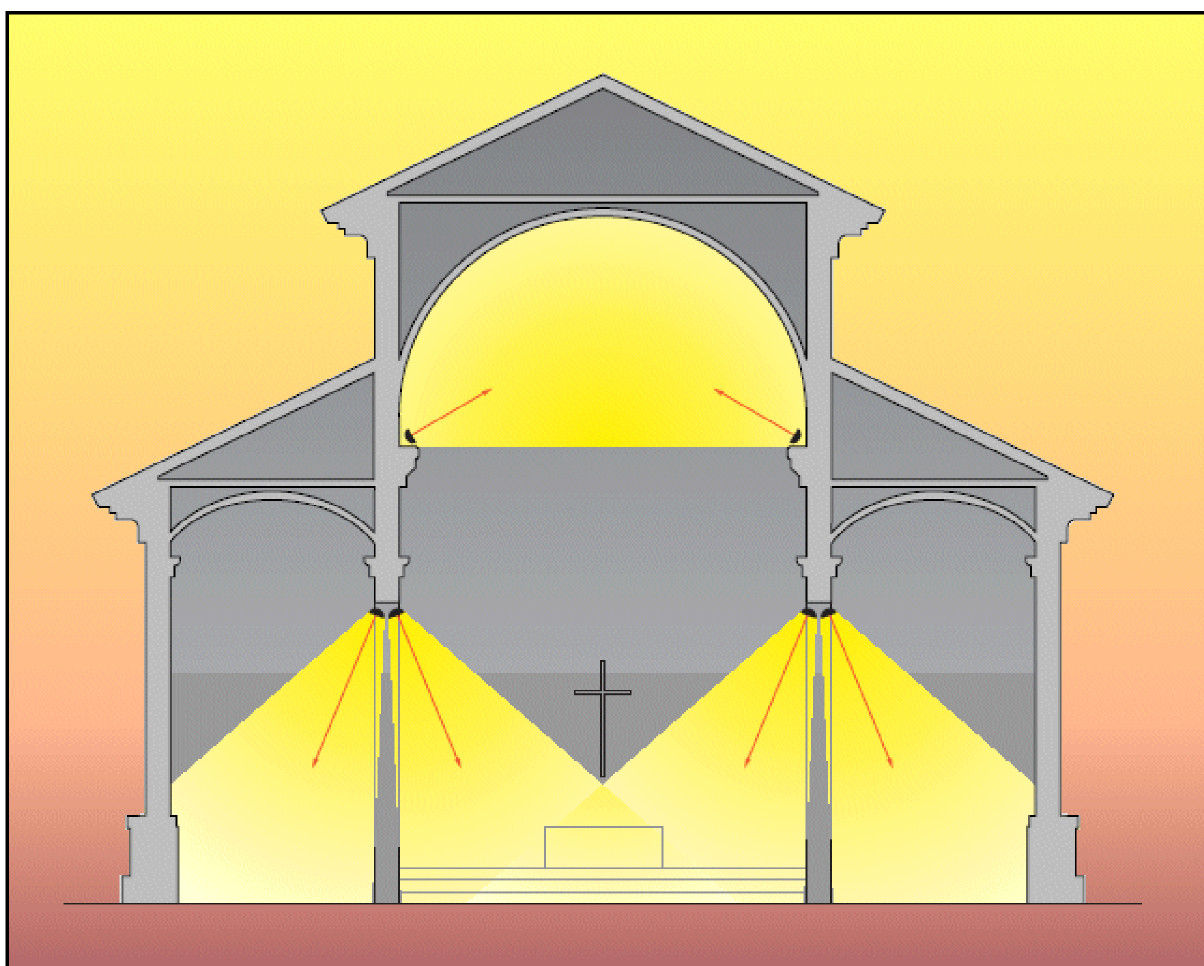


Figura 13 – Illuminamento con apparecchi a scomparsa (iguzzini)

Posizionamento degli apparecchi per l'illuminazione di quadri e affreschi

Sono idonee tutte le installazioni nelle quali l'immagine delle sorgenti luminose riflessa sulla tela non viene vista da nessuna delle possibili posizioni d'osservazione. La distanza minima dell'osservatore dal quadro, per una confortevole visione d'assieme del dipinto, può essere ritenuta almeno pari all'altezza del bordo superiore del quadro rispetto ai suoi occhi. Per evitare che le immagini riflesse delle sorgenti appaiano sulle opere, rendendone difficoltosa l'osservazione, è necessario che il posizionamento dei centri luminosi che illuminano una tela o un affresco di tipo lucido sia tale da evitare che: la retta congiungente gli occhi dell'osservatore (ubicato nelle posizioni usuali di osservazione dell'opera) con l'immagine S' di ciascuna sorgente luminosa S, speculare rispetto il piano lucido, non intersechi la superficie dell'opera (figure 14 e 15).

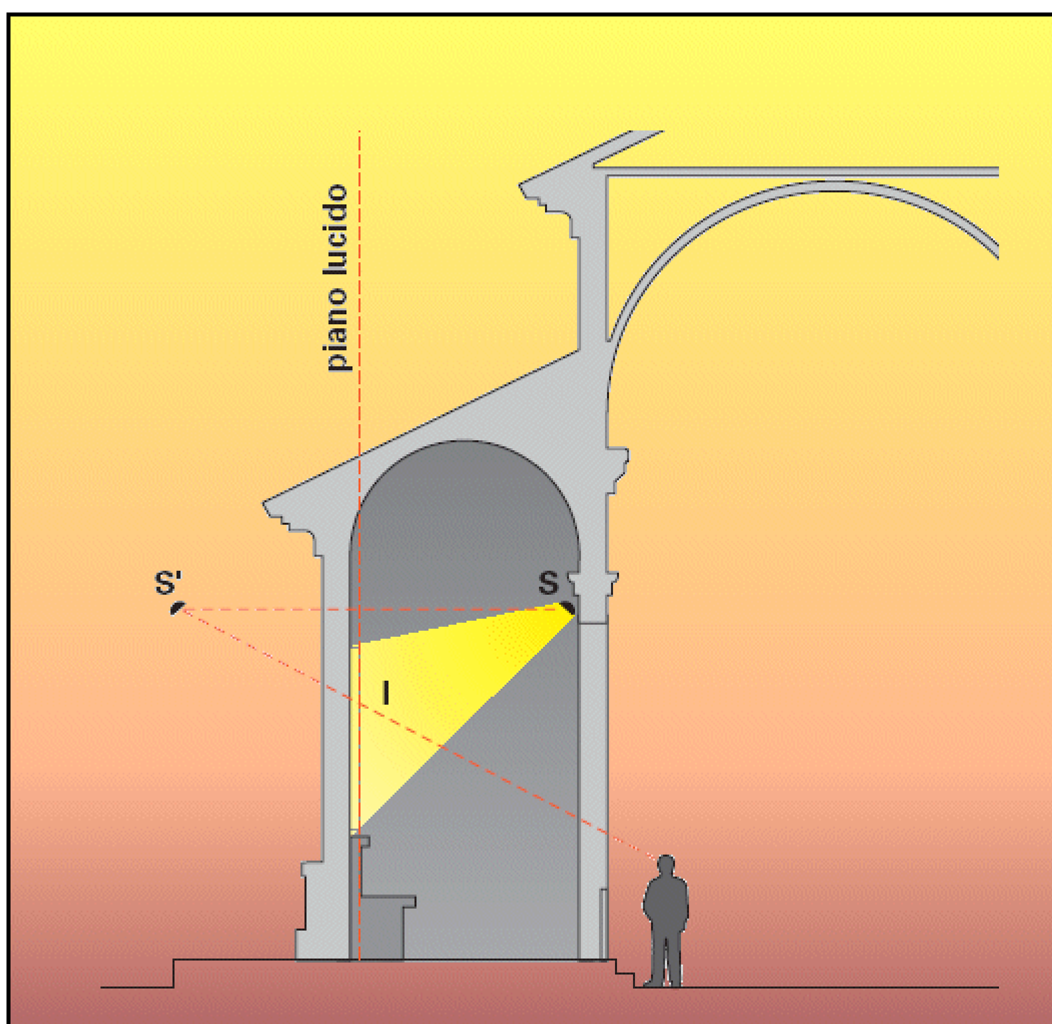


Figura 14 – Posizionamento delle sorgenti luminose per l'illuminazione di quadri con superficie lucida. Situazione in cui la posizione è scorretta: la linea fra l'osservatore ed il punto S' interseca il quadro nel punto I (iguzzini)

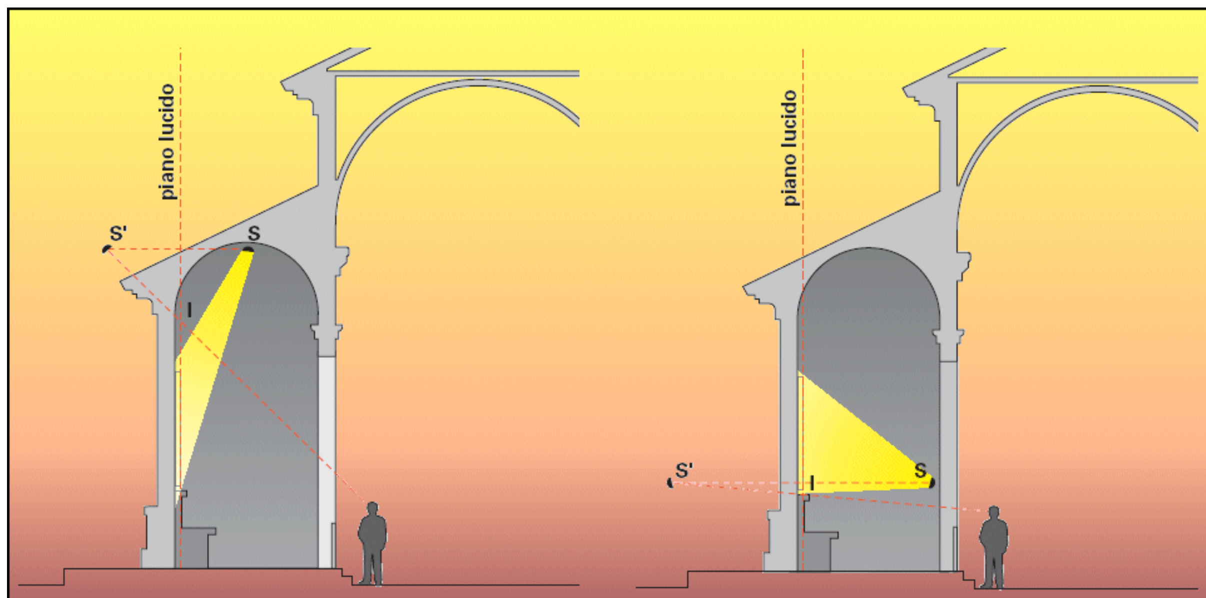


Figura 15 – Posizionamento delle sorgenti luminose per l'illuminazione di quadri con superficie lucida. Situazioni in cui le posizioni sono corrette: l'intersezione I cade al di fuori del quadro.

Disposizioni della CEI (non del CEI) per le chiese antiche e per le chiese nuove

Come sapete, gran parte dei documenti che redigiamo traggono la loro ispirazione da disposizioni delle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), ma il CEI a cui ci riferiamo nel titolo non è il nostro ente normatore, bensì la Conferenza Episcopale Italiana. Infatti con alcune note, la CEI è intervenuta sulle scelte edilizio-impiantistiche delle chiese, concentrandosi soprattutto sull'illuminazione che è la parte impiantistica più delicata a cui viene demandata la creazione di un ambiente che crei suggestione, necessario nei luoghi di culto. Può essere interessante conoscere questi "consigli" per chi si appresta ad illuminare una chiesa, sia essa storica o nuova.

- Chiese antiche (testo tratto dal documento "L'adeguamento delle chiese secondo la riforma liturgica" emanato dalla CEI nel 1996)

.

"Il progetto di adeguamento liturgico delle chiese deve comprendere, là dove sono necessari, anche i progetti dell' impianto elettrico e di illuminazione e, se del caso, anche dell'impianto di climatizzazione, di diffusione sonora, antifurto e antincendio.
Bisogna tener conto che gli impianti si inseriscono come elementi di novità in un contesto che non li prevedeva ed è quindi necessario studiare con grande cura il loro inserimento fisico, formale e funzionale nell'edificio in modo da soddisfare le esigenze delle celebrazioni che avvengono nella chiesa e a quelle delle opere in essa contenute. Ne consegue che tali progetti dovranno essere affidati a specialisti, esperti nel rispettivo campo, e predisposti sotto la supervisione del progettista, senza dimenticare una realistica valutazione dei costi per la messa in opera, la gestione e la manutenzione.
Una volta approvati, i progetti degli impianti saranno realizzati da imprese specializzate che opereranno sotto il diretto controllo e responsabilità del progettista. Le tavole di progetto degli impianti dovranno essere consegnate al committente che le conserverà nell'archivio della chiesa.
Per la gestione e la manutenzione degli impianti, che sarà particolarmente curata, si farà riferimento a un apposito manuale di istruzioni per l'utente.
Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione, ………. si raccomanda di curare al massimo il suo rapporto con la luce naturale la quale deve mantenere le proprie caratteristiche, che variano molto a seconda delle epoche e delle architetture.
L'impianto di illuminazione artificiale sia studiato in modo da tenere conto in primo luogo, delle esigenze connesse con la celebrazione liturgica, in secondo luogo, delle esigenze di conservazione delle opere e delle necessità dei visitatori e dei turisti, evitando tuttavia la eccessiva luminosità.
Considerata la delicatezza del problema, è necessario che il progetto della illuminazione artificiale venga studiato da specialisti del settore insieme ad esperti in liturgia, facendo ricorso ad opportune simulazioni e verifiche sperimentali adeguatamente controllate. Gli antichi lampadari, i bracci, le

torcere, presenti nelle chiese, anche se non più in uso, vengano conservati con cura, non siano alienati e, se del caso, vengano restaurati.

Non si dimentichi al riguardo che la collocazione di nuove vetrate a colori modifica sensibilmente la luce naturale e la percezione dei vari cromatici nelle chiese: perciò vanno studiate con cura, caso per caso, sia l'opportunità che la modalità di realizzarle.

……….

Il progetto di illuminazione artificiale deve in primo luogo partire dalla conoscenza e tenere conto delle specifiche esigenze poste dalla celebrazione dei sacramenti e dalla preghiera personale e comunitaria.

………

In particolare è necessario dare evidenza e contribuire al costruirsi di una assemblea che sia realmente unitaria e, nelle sue articolazioni ministeriali, sia messa in grado di agire e si percepisca, anche visivamente come una realtà tutta intera uniforme, salvo alcune accentuazioni da concepire in forma percepibile ma mai violenta. I salti e i contrasti di luce tra presbiterio e navata, perciò, saranno da evitare con cura.

Così pure sarà da evitare ogni eccesso, dal momento che la celebrazione non è e non deve diventare uno spettacolo e la chiesa un set cinematografico o televisivo. Nel corso della celebrazione, anche grazie al contributo della luce naturale e artificiale, si farà consentire il manifestarsi sciolto e spontaneo, senza forzature e senza difficoltà dei gesti e degli atteggiamenti personali e assembleari, come alzarsi e sedersi, leggere, guardare, riconoscere, concentrarsi in preghiera silenziosa e unirsi al canto e alla preghiera corale di tutta l'assemblea, stare e muoversi processionalmente.

……………………

In sintesi, la luce, nelle sue diverse manifestazioni, dovrebbe essere concepita come una sorta di elemento di unificazioni dell'assemblea e, nello stesso tempo come un elemento di fusione tra l'assemblea e il luogo di celebrazione.

……………..

Al di fuori delle celebrazioni sacramentali, quando le chiese sono i luoghi del silenzio meditativo, del raccoglimento e della preghiera é necessario facilitare il raggiungimento di una situazione di grande calma interiore che favorisca, appunto il raccoglimento e la preghiera. Anche la luce può contribuire a creare un clima adatto con una illuminazione soffusa. Sarà inoltre necessario mantenere viva e riconoscibile la fisionomia e la destinazione primaria della chiesa come luogo di celebrazione sacramentale, salvaguardando la percepibilità dell'altare, dell'ambone e del battistero come luoghi generatori e riferimenti costanti della preghiera personale, dal momento che tra liturgia e preghiera personale non vi é né separazione né contrapposizione, ma vi é un rapporto di aiuto reciproco.

……

……….. anche per quanto riguarda l'illuminazione, é necessario far sì che le chiese monumentali siano messe in condizioni tali da poter essere effettivamente fruite dai visitatori. Il turista o il visitatore occasionale, che molto spesso non ha una conoscenza sufficiente della religione cattolica e della sua liturgia, dovrà essere aiutato a riconoscere la fisionomia specifica liturgica del luogo nel quale entra, ponendo l'accento sui suoi elementi centrali, come l'altare, l'ambone e il battistero.

………………

Bisognerà inoltre evitare soluzioni che finiscano per deformare o distorcere la visione specifica delle opere d'arte presenti nelle chiese e delle chiese stesse come monumenti. È noto, infatti, che anche dal tipo di illuminazione può dipendere una visione impropria delle opere d'arte religiosa e liturgica che, nate per affacciarsi, per apparire dalla penombra delle chiese, per vibrare alla luce incerta delle candele, per allargare i confini dell'assemblea celebrante non possono essere proposte ai visitatori come oggetti di studio e di analisi, come se si trovassero in un laboratorio di restauro. In questo caso vale la pena di ricordare che la chiesa e la sua luce sono diversi da altri luoghi e che tale diversità va coltivata nell'interesse di tutti. Nel nostro caso, cioè, é opportuno non dimenticare che, in qualche modo, il senso é il contesto. Distruggendo il contesto, o mettendolo tra parentesi per un malinteso desiderio di visibilità, in definitiva si finisce per distruggere anche il senso.

- Chiese nuove (testo tratto dal documento "La progettazione di nuove chiese" nota pastorale della Commissione Episcopale per la liturgia ha emanato il 18 febbraio 1993)

In un'attenta progettazione, la luce naturale concorre nell'architettura ad assicurare rilevanti effetti estetici, ma deve consentire anche i giusti livelli di luminosità funzionale, sia per l'assemblea sia per lo spazio presbiteriale e altri spazi, in modo che nelle ore diurne non si debba fare che un limitato uso di altre fonti di luce. La luce artificiale dovrebbe rispecchiare il più possibile le funzioni della luce naturale. Fatta salva l'esigenza delle luci di servizio, delle luci di emergenza, delle spie luminose per le norme di sicurezza, il quadro elettrico sia ubicato in sacrestia e qui facciano capo i comandi di tutti i circuiti della chiesa.

Assicurate le esigenze fondamentali di luminosità (come del resto anche quelle termiche e di aerazione), occorre che vengano precisate le possibilità di soddisfare le richieste liturgiche più frequenti della comunità (liturgie eucaristiche feriali, festive, celebrazioni sacramentali non eucaristiche, momenti dell'anno liturgico ecc.), ma anche garantite le condizioni per affrontare eventi più rari e straordinari (ad es. veglie di preghiera, rappresentazioni sacre ecc.).

4 Progetto di una chiesa (progetto realizzato nel 2005)

PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di individuare le norme tecniche e i criteri costruttivi da adottare per l'allestimento degli impianti elettrici nella chiesa XXXXX.

1 NORME GENERALI

Le caratteristiche e la consistenza degli impianti elettrici, nonché dei loro componenti, dovranno essere corrispondenti alle Leggi e Norme CEI vigenti. Per cui, in osservanza a quanto previsto dalla Legge 1 Marzo 1968 - N° 186, pubblicata sulla G.U. N° 77 del 23 Marzo 1968, tutti gli impianti elettrici oggetto della presente relazione, dovranno essere realizzati in perfetto accordo con la Legge sopraccitata. In particolare gli impianti, a secondo del tipo d'uso e destinazione, dovranno essere conformi alle seguenti norme, con relative varianti, appendici ed errata corrige, se applicabili:

- CEI 11-17 (fasc. 1890 - anno 1992): Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 17-13/1 (fasc. 2463 E - anno 1995): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS).
- CEI 17-13/3 (fasc. 1926 - anno 1992): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: prescrizione particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD).
- CEI 23-51 (FASC. 2731- anno 1996): Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI 64-8/1 (fasc. 4131 - anno 1998): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali.
- CEI 64-8/2 (fasc. 4132 - anno 1998): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 2: Definizioni.
- CEI 64-8/3 (fasc. 4133 - anno 1998): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 3: Caratteristiche generali.
- CEI 64-8/4 (fasc. 4134 - anno 1998): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza.

- CEI 64-8/5 (fasc. 4135 - anno 1998): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici.
- CEI 64-8/6 (fasc. 4136 - anno 1998): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 6: Verifica.
- CEI 64-8/7 (fasc. 4137 - anno 1998): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari.
- CEI 64-12 (fasc. 2093 G – anno 1993): Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
- CEI 64-50 (fasc. 1282G - anno 1989): Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.
- CEI 81-1 (fasc. 2697 - 1995): Protezione delle strutture contro i fulmini.
- CEI 81-4 (fasc. 2924 - anno 1997): Valutazione del rischio dovuto al fulmine.
- UNI EN 12464-1 (2003) "Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: posti di lavoro in interni"

Oltre ad essere rispondenti alle norme CEI, gli impianti elettrici, dovranno essere eseguiti secondo quanto previsto dalle seguenti leggi , decreti e circolari ministeriali:
- D.P.R. del 27 aprile 1955 n. 547 (per la prevenzione degli infortuni sul lavoro);
- Legge del 18 ottobre 1977 n. 791 (garanzia di sicurezza che deve avere il materiale elettrico per tensioni di utilizzo al di sotto di 1000V);
- Legge del 1978 n. 833 (coordinamento generale per la sicurezza sul lavoro);
- Legge del 5 marzo 1990 n. 46 (norme per la sicurezza degli impianti);
- D.Lgs. del 19 settembre 1994, n. 626 (sicurezza ed igiene del lavoro).
- D.Lgs. del 25 novembre 1996, n. 626 (direttiva bassa tensione).
- D.P.R. del 24 luglio 1996, n. 459 (direttiva macchine).
- D.Lgs. del 4 dicembre 1992, n. 476 (direttiva compatibilità elettromagnetica).
- D.Lgs. del 14 agosto 1996, n. 493 (direttiva segnaletica di sicurezza).

Al termine dei lavori, dovrà essere rilasciata alla Committente la dichiarazione di conformità, ai sensi dell'Art. 9 della suddetta Legge 46/90.

2 CARATTERISTICHE DEI CIRCUITI E DEI MATERIALI

2.1 Generalità

Il sistema elettrico in bassa tensione sarà del tipo "TT". Le caratteristiche dell'alimentazione elettrica dovranno essere le seguenti:

- 3 fasi + neutro / fase + neutro
- tensione concatenata (fase- fase)= 400 V
- tensione stellata (fase-neutro)= 230 V
- frequenza = 50 Hz
- fattore di potenza ≥ 0,9

2.2 Caduta massima di tensione e portata massima di corrente

La caduta massima di tensione per ogni circuito, quando sia inserito il carico nominale, non dovrà essere superiore al 4% della tensione a vuoto per tutti i circuiti. Comunque, la densità di corrente nei vari conduttori, non dovrà essere mai superiore a quanto ottenuto dall'applicazione della norma I.E.C. 364-5-523.

2.3 Sezioni minime dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori attivi dovrà essere effettuato in modo da soddisfare le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti ed i limiti ammessi per caduta di tensione; le sezioni minime non dovranno essere comunque inferiori a quelle di seguito specificate:

- Conduttori attivi (escluso il neutro)

- 1,5 mm^2 per i circuiti di illuminazione;
- 2,5 mm^2 per i circuiti prese da 10/16A;
- 0,5 mm^2 per i circuiti di comando e segnalazione.
- 0,75 mm^2 per le connessioni flessibili con cavi (con e senza guaina).

- Conduttori di neutro

L'eventuale conduttore di neutro avrà la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti polifase (e nei circuiti monofase a tre fili) quando la sezione dei conduttori fase sia inferiore od uguale a 16 mm^2 se in rame.
- nei circuiti polifase i cui conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mm^2 (rame) il conduttore di neutro avrà una sezione inferiore a quella dei circuiti di fase se dovranno essere soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:
  - la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si preveda possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla portata massima ammissibile nel conduttore stesso;
  - la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm^2 se in rame.

In ogni caso il conduttore di neutro dovrà essere protetto contro le sovracorrenti.

- Conduttori di protezione

Il dimensionamento del conduttore di protezione dovrà essere effettuato applicando la seguente formula:

$$Sp = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

dove:

Sp = sezione del conduttore di protezione (mm^2);

I = valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);

t = tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);

K = fattore variabile in base al tipo di conduttore e di isolante.

In alternativa a quanto sopra il conduttore di protezione dovrà essere dimensionato in base alla tabella 54F delle norme C.E.I. 64-8 (fasc. 4135).

- Conduttori di terra

Il conduttore di terra è il conduttore che collega il nodo principale di terra al dispersore o i dispersori tra loro. Il dimensionamento del conduttore di terra dovrà essere effettuato:
- se è prevista la protezione meccanica e contro la corrosione come indicato per il conduttore di protezione.
- se non è prevista la protezione meccanica e contro la corrosione in base alla tabella 54A delle norme C.E.I. 64-8 (fasc. 4135).

- Conduttori equipotenziali principali

I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2. Non è richiesto, tuttavia, che la sezione superi i 25 mm^2 se in rame o una sezione di conduttanza equivalente se di materiale diverso (CEI 64 - 8 art. 547.1.1).

- Conduttori equipotenziali supplementari

Un conduttore equipotenziale supplementare che colleghi due masse, deve avere una sezione non inferiore a quella del più piccolo conduttore di protezione collegato a queste masse.
Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa ad una massa estranea, deve avere una sezione non inferiore alla metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione (CEI 64-8 art. 547.1.2).
Per il dimensionamento dei collegamenti equipotenziali supplementari si devono rispettare anche le norme che ne richiedono la realizzazione per gli ambienti specifici.

2.4 Tipo ed isolamento dei conduttori

I tipi dei conduttori da impiegare negli impianti dovranno essere quelli con marchio armonizzato CEE, e precisamente:
- N07V-K (C.E.I. 20-22 II) per i circuiti di illuminazione, forza motrice, segnalazione e comando posati all'interno di tubi protettivi e canale in materiale termoplastico e per il cablaggio interno di quadri.
- FROR (C.E.I. 20-22 II) per i circuiti di illuminazione, forza motrice, segnalazione e comando posati all'interno di tubi protettivi, canale o passerelle metalliche.

- FG7(O)R 0,6/1 kV (C.E.I. 20-22 II) per i circuiti di illuminazione, forza motrice, segnalazione e comando posati all'interno di tubi protettivi, canale o passerelle metalliche, condotti interrati.

2.5 Colori distintivi dei conduttori

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste nelle vigenti tabelle di unificazione CEI -UNEL. In particolare i conduttori di neutro e di terra dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore BLU CHIARO e con il bicolore GIALLO-VERDE.

Gli impianti di classe 0 ed i circuiti di comando e segnalazione a 24V avranno i conduttori contraddistinti da colori diversi da quelli sopraelencati in modo da renderli facilmente identificabili e distinguibili da conduttori di impianti di classe diversa. Nel caso s'impieghino cavi o conduttori aventi rivestimento isolante di un'unica colorazione dovranno essere contrassegnate le fasi, il neutro e il conduttore di terra con opportuni segnafili colorati.

2.6 Condutture portatavi

I conduttori dovranno essere sempre protetti meccanicamente. Dette protezioni dovranno essere eseguite con:

- sistemi di tubo in PVC autoestinguente rigido, serie pesante a norme C.E.I. EN 50086-2-1 (23-54), per posa in vista, di colore grigio;
- sistemi di tubo in PVC autoestinguente pieghevole serie pesante a norme C.E.I. EN 50086-2-2 (23-55), per posa incassata a parete o a pavimento, di colore nero, grigio, verde, azzurro e viola;
- sistemi di tubo flessibile (guaina) in PVC autoestinguente a norme C.E.I. EN 50086-2-3 (23-56), per allacciamenti in vista;
- sistemi di tubo in PVC a norme C.E.I. EN 50086-2-4 (23-46), per posa interrata;
- canali portacavi in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa e/o cornice.

I tubi protettivi ed i canali portacavi dovranno avere un grado di riempimento tale da facilitare le operazioni di infilaggio ed eventuale sfilaggio dei conduttori. Comunque le tubazioni dovranno essere un diametro interno minimo di 13 mm. I tubi protettivi dovranno essere posati in modo da consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve dovranno essere realizzate con gli appositi raccordi o scatole. Potrà essere eseguita, dove indispensabile, la piegatura dei tubi protettivi rigidi evitando il danneggiamento

dei tubi e la pregiudicazione della sfilabilità dei conduttori. Tutti i sistemi tubi dovranno essere di serie, corredati di scatole di derivazione in quantità tale da rendere agevoli le operazioni di infilaggio e sfilaggio dei conduttori . I pezzi speciali delle canale portacavi (curve, derivazioni, separatori, mensole, ecc.) dovranno essere di serie e costruite in fabbrica. Per il fissaggio delle canale isolanti alle proprie mensole di sostegno non dovranno essere utilizzati viti o rivetti metallici.

2.7 Scatole di derivazione

Le scatole di derivazione dovranno essere in PVC autoestinguente con grado di protezione adeguato all'ambiente in cui dovranno essere poste. Il coperchio dovrà essere f issato con viti e dovrà essere apribile solo con attrezzo. Non dovranno essere utilizzati coperchi montati a pressione. Tutte le derivazioni dovranno essere eseguite in dette scatole facendo uso di morsetti isolati che eviteranno il danneggiamento dei conduttori all'atto del serraggio. In caso contrario i conduttori dovranno essere provvisti di puntali a pressione. Non dovranno essere eseguiti derivazioni e/o giunzioni tramite semplice attorcigliamento e nastratura o con morsetti MAMMUT. Il posizionamento delle scatole di derivazione dovrà essere particolarmente curato in modo da non danneggiare l'estetica degli ambienti. In tutte le scatole di derivazione da parete e da esterno, l'interconnessione scatola-tubo o scatola-guaina, dovrà essere sempre realizzata con raccordo pressatubo in materiale isolante autoestinguente.

2.8 Siglatura conduttori, morsetti e canale portatavi

In ogni scatola di derivazione, i conduttori dovranno essere identificati con appositi segnafili recanti la siglatura della linea d’appartenenza così come identificata negli schemi.
Nelle canalizzazioni portacavi detta siglatura dovrà essere realizzata in prossimità degli incroci. Le morsettiere nelle cassette di derivazione e sui quadri dovranno essere opportunamente siglate.

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE

3.1 Classificazione degli ambienti

Gli ambienti oggetto della presente progettazione sono classificati **a maggior rischio in caso di incendio** *"per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno a cose o animali"* (CEI 64-8/7 art. 751.03.1).
Gli impianti elettrici sono stati progettati (e devono essere realizzati) in base alla suddetta classificazione.

I gradi di protezione minimi dovranno essere:
- IP55 all'esterno;
- IP55 nei sottotetti;
- IP4X all'interno della chiesa.

3.2 Alimentazione e Quadri elettrici

Il punto di consegna dell'energia è situato nel cortile interno che da sul retro della chiesa. A fianco del punto di consegna dovrà essere installato il Quadro di Ricevimento (QRI) contenente gli interruttori automatici magnetotermici differenziali per la protezione della linee dalle sovracorrenti; gli interruttori dovranno essere installati entro contenitore in materiale isolante.
La linea di alimentazione per la chiesa dovrà essere posata entro tubazione a vista lungo il lato del cortile interno. Prima di effettuare l'ingresso della linea nella chiesa dovrà essere installato un sezionatore onnipolare entro contenitore con vetro frangibile di colore rosso quale sezionamento di emergenza.
All'interno della chiesa dovrà essere installato il Quadro Elettrico Chiesa (QEC) posto dietro all'altare maggiore come indicato sugli elaborati di progetto, dovrà essere realizzato utilizzando un contenitore da esterno in materiale isolante con portella semitrasparente. I pannelli modulari dovranno essere provvisti di feritoie per consentire l'accessibilità alle leve di comando degli interruttori e dovranno essere apribili soltanto tramite attrezzo.
Ogni linea in partenza dovrà essere protetta da interruttore magnetotermico differenziale con potere di interruzione non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.
Tutte le apparecchiature dovranno essere di tipo modulare per innesto su guida DIN.

Ogni interruttore dovrà essere identificabile mediante targhetta recante l'indicazione del circuito interessato.

Ogni apparecchio dovrà essere opportunamente siglato e detta siglatura dovrà essere riportata sullo schema del quadro.

Ogni quadro dovrà essere dotato di targa con i dati del costruttore e del quadro stesso, nonché della dichiarazione di conformità qualora il costruttore sia diverso dall'installatore; quanto sopra in conformità alle norme CEI 17-13 e 23-51.

All'interno dei quadri ed all'esterno (fronte) dovranno essere installati dei necessari dispositivi segnaletici (cartelli) con lo scopo di:

- vietare comportamenti che possono causare pericoli (segnali di divieto);
- avvertire della presenza di un pericolo (segnali di avvertimento);
- prescrivere determinati comportamenti (segnali di obbligo);
- fornire informazioni diverse dalle suddette (segnali di divieto).

Gli interruttori differenziali dovranno essere provati mensilmente con tasto di prova come indicato dal costruttore.

3.3 Canalizzazioni e linee principali di distribuzione

Le canalizzazioni principali dovranno essere costituite in parte da sistemi di tubo in PVC autoestinguente pieghevole serie pesante a norme C.E.I. 23 -55, per posa incassata a parete e a pavimento, in parte da sistemi di tubo in PVC autoestinguente rigido, serie pesante a norme C.E.I. 23 - 54, per posati a vista, di colore grigio. Le tubazioni dovranno essere interrotte da apposite scatole di derivazione e/o rompitratta in materiale isolante IP55.

Lungo il percorso superiore dei cornicioni dovrà essere posato un canale portacavi in materiale plastico isolante con coperchio.

All'interno delle canalizzazioni dovranno essere posate le linee principali di distribuzione costituite da cavi isolati in PVC con guaina esterna in PVC tipo FROR 450/750V non propaganti l'incendio secondo la Norma CEI 20 -22 II.

3.4 Impianto di illuminazione

L'impianto di illuminazione dovrà essere realizzato a vista con tubazione in PVC rigida autoestinguente serie pesante, conduttori isolati i PVC non propagante l'incendio secondo le norme CEI 20-22 II tipo N07V-K e cavi isolati in PVC con guaina esterna in PVC tipo FROR 450/750V non propaganti l'incendio secondo la Norma CEI 20-22 II.

Gli apparecchi illuminanti previsti sono:

˜ proiettori a sospensione con lampade a scarica per l'illuminazione generale della navata centrale;

˜ plafoniere fluorescenti per l'illuminazione indiretta delle arcate;

˜ proiettori con lampade alogene per l'illuminazione artistica dei quadri e degli altari;

˜ apparecchi illuminanti con lampade ad incandescenza per l'illuminazione della sagrestia e della zona organo.

I comandi saranno in parte centralizzati in prossimità del Quadro Elettrico Chiesa (QEC) e in parte locali, realizzati con apparecchi della serie civile componibile posti entro apposite scatole con supporto isolante e placca.

Tutte le plafoniere con lampade fluorescenti e i corpi illuminanti con lampade a scarica dovranno essere rifasate in modo da ottenere un fattore di potenza non inferiore a 0,9; inoltre, le lampade fluorescenti dovranno essere del tipo ad alto rendimento e avere le seguenti caratteristiche:

- potenze utilizzate: 18W, 36W, 58W
- tonalità di luce: BIANCHISSIMA
- grado resa colori: 1B
- flusso luminoso: 18W - 1350 lm / 36W - 3350 lm / 58W - 5200 lm

3.5 Impianto di illuminazione di sicurezza

L'impianto di illuminazione di sicurezza ha lo scopo di illuminare:

- le vie di fuga,
- le uscite di sicurezza,
- le grandi aree,

al mancare dell'illuminazione ordinaria.

L'impianto è realizzato con gli stessi criteri costruttivi descritti per l'impianto di illuminazione normale.

È previsto l'utilizzo di apparecchi di tipo autonomo completi di batterie con autonomia minima di 1 h, inverter e gruppo di commutazione automatica al mancare dell'energia di rete.

Dovrà essere realizzato un circuito con la funzione di lasciare accesa l'illuminazione di sicurezza per il tempo necessario alla riaccensione delle lampade a scarica.
Dovrà essere prevista la scarica completa delle batterie ogni 6 mesi per evitare fenomeni di polarizzazione che ne comprometterebbero l'autonomia le stesse devono essere sostituite ogni quattro anni circa secondo le indicazioni del costruttore.

3.6 Impianto di forza motrice

L'impianto di forza motrice ha lo scopo di realizzare l'alimentazione elettrica alle prese di servizio. L'impianto dovrà essere realizzato: parte a vista con tubazione in PVC rigida autoestinguente serie pesante, conduttori isolati in PVC non propagante l'incendio secondo le norme CEI 20 -22 II tipo N07V-K; parte sottotraccia con tubazione in PVC corrugata flessibile autoestinguente serie pesante, conduttori isolati i PVC non propagante l'incendio secondo le norme CEI 20-22 II tipo N07V-K .
La consistenza e la disposizione delle prese di servizio è indicata sugli elaborati di progetto.

3.7 Impianto di terra e protezione dalle scariche atmosferiche

L'impianto di terra opportunamente coordinato con i dispositivi di protezione (interruttori differenziali) ha lo scopo di proteggere dai contatti indiretti.
L'impianto di terra dovrà collegare tutte le masse e le masse estranee ai dispersori attraverso i conduttori di protezione, i conduttori equipotenziali, il nodo principale di terra e i conduttori di terra.
I conduttori di protezione dovranno essere distribuiti insieme alle linee principali e ai circuiti utilizzatori, faranno capo al nodo principale di terra realizzato nel Quadro Generale, al nodo dovranno fare capo anche i conduttori equipotenziali principali e supplementari.
Il dispersori dovranno essere di tipo artificiale, costituiti da profilati in acciaio zincato a caldo posati entro pozzetti in c.l.s.
I dispersori dovranno essere segnalati con appositi cartelli. Particolare cura dovrà essere posta alla scelta dei morsetti e dei raccordi per evitare la formazione di pile galvaniche e la conseguente corrosione elettrolitica.
Ogni due anni si dovrà procedere alla verifica dell'impianto di terra con misura del la resistenza di terra.
Per quanto riguarda l'impianto di protezione da scariche atmosferiche, è stato eseguito il calcolo delle probabilità di fulminazione diretta ed indiretta per i vari edifici e per le linee entranti. Dal suddetto calcolo **le strutture risultano autoprotette.**